



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MÔNICA DANIELLE TORRES SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS
PELA DA EXTRAÇÃO DE AREIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL, NO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO (SE)**

Trabalho de Conclusão de Curso

São Cristóvão/SE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MÔNICA DANIELLE TORRES SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS
PELA DA EXTRAÇÃO DE AREIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL, NO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO (SE)**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Departamento de Geologia da
Universidade Federal de Sergipe, como parte
das exigências obrigatórias para obtenção de
Título de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Machado

São Cristóvão/SE

2019

MÔNICA DANIELLE TORRES SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS
PELA EXTRAÇÃO DE AREIA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NO
MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO**

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do Título de Bacharel em Geologia da Universidade Federal de Sergipe, submetida à Banca Examinadora.

São Cristóvão, 03 de Abril de 2019

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Adriane Machado
Orientadora - Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Antônio Jorge Vasconcellos Garcia
Membro Interno - Universidade Federal de Sergipe

Geóloga Jéssika Moraes Oliveira Gois
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Grata a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, sem Ele nada sou. Agradeço a minha mãe, Arabela, meu maior exemplo. Obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto.

Aos meus irmãos, Amanda, Fernanda, Meirielle e Júnior, por todo amor e carinho.

À Universidade e seu corpo docente, em especial aos professores Adriane Machado e Antônio Garcia que, com muita paciência e atenção, dedicaram do seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho.

Aos meus colegas de classe Jéssika, César, Tássio e Breno, a quem aprendi a amar e construir laços eternos. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

Este trabalho avaliou os impactos socioambientais causados pela atividade de extração de areia, que é utilizada como matéria prima na indústria da construção civil, em um empreendimento licenciado no município de São Cristóvão, estado de Sergipe. Este município está inserido na região das Formações Superficiais Continentais, Formação Barreiras (Cenozoico), o que resulta na abundância da matéria prima e na concentração de empreendimentos licenciados para minerar areia nesta unidade. Os dados levantados neste trabalho permitiram diagnosticar os principais impactos socioambientais gerados no empreendimento, Jazida Boa Esperança, através da identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA), através do procedimento *Checklist*. Alteração da topografia, retirada da cobertura vegetal e geração de poeira são alguns dos principais impactos socioambientais observados na Jazida Boa Esperança. A constatação da ocorrência de impactos socioambientais, como os supracitados, permitiu concluir que na área de estudo e em grande parte dos empreendimentos localizados no município de São Cristóvão, as atividades minerárias são conduzidas com desatenção às normas técnicas básicas e legislações pertinentes, o que tem contribuído para a degradação do meio local, e conseqüentemente, tem afetado o ambiente em escala regional.

Palavras-chave: Formação Barreiras. São Cristóvão. Extração de Areia. Impactos Ambientais.

ABSTRACT

This work evaluated the socioenvironmental impacts caused by the sand extraction activity caused by the sand extraction activity, which is used as raw material in the civil construction industry, in an enterprise licensed in the *São Cristóvão* (SE) County. This municipality is part of the Continental Surface Formations, *Barreiras* Formation (Cenozoic), which results in the raw material abundance and in the concentration of enterprises licensed to mine sand in the *Barreiras* Formation. The data collected in this work allowed to diagnose the main socioenvironmental impacts generated in the *Boa Esperança* Deposit, through the identification and Evaluation of Environmental Impacts (AIA), using the Checklist method. Alteration of topography, removal of vegetation cover and dust generation are some of the main socioenvironmental impacts observed in the study area. The finding of socioenvironmental impacts, such as those mentioned above in the *Boa Esperança* Deposit, allowed us to conclude that, in the study area and in a large part of the projects located in *São Cristóvão* County, mining activities are conducted in disregard of the basic technical standards and pertinent legislation. This has contributed to the degradation of the local environment and consequently affects the regional environment.

Keywords: *Barreiras* Formation. *São Cristóvão*. Sand extraction. Environmental Impacts.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos	14
1.1.1. Objetivo Geral	14
1.1.2. Objetivos Específicos	15
1.2. Metodologia	15
1.3. Localização e Acesso à Área de Estudo	16
 2. BASE TEÓRICA	 18
2.1. Conceitos Ambientais	18
2.1.1. Impacto Ambiental	18
2.1.2. Aspectos Ambientais da Extração de Areia	19
2.1.3. Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais	20
2.2. Aspectos Legais da Extração de Areia	22
2.2.1. Legislação Ambiental	22
2.3. Mineração de Areia	26
2.3.1. Dragagem	27
2.3.2. Desmonte Hidráulico	30
2.3.3. Desmonte Mecânico	31
 3. GEOLOGIA REGIONAL	 33
3.1. Cráton do São Francisco	33
3.2. A Faixa de Dobramentos Sergipana	34
3.3. A Bacia Sergipe-Alagoas	35
3.3.1. Formação Barreiras	36
3.4. Formações Superficiais do Quaternário	36
 4. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO	 39
4.1. Localização e Acesso	39
4.2. Aspectos Socioeconômicos	38
4.3. Características Fisiográficas	40
4.3.1. Clima	40
4.3.2. Solos	41

4.3.3. Hidrografia	41
4.3.4. Geologia	42
4.3.5. Geomorfologia	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
5.1. A Mineração de Areia no Município de São Cristóvão	46
5.2. Descrição da Área de Estudo	47
5.3. Impactos Socioambientais	50
5.4. Impactos Ambientais a Longo Prazo	53
5.5. Medidas Mitigadoras e Compensatórias	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
8. ANEXOS	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo	13
Figura 2 - Mapa de localização e acesso à área de estudo	15
Figura 3 - Representação do conceito de impacto ambiental.	18
Figura 4 - Montagem mostrando a relação entre aspecto e possível impacto ambiental.	19
Figura 5 - Diagrama de interação que indica consequências dos serviços de terraplenagem sobre um ecossistema aquático.....	20
Figura 6 - <i>Checklist</i> mostrando os principais aspectos e impactos ambientais esperados em empreendimentos de mineração.	21
Figura 7 - Lavra por dragagem em leito de rio.....	28
Figura 8 - Fluxo de operações por dragagem em leito de rio	28
Figura 9 - Desmonte Hidráulico	30
Figura 10 - Desmonte Mecânico	30
Figura 11 - Mapa geológico simplificado de Cráton do São Francisco	32
Figura 12 - Domínios tectono-estratigráficos na Faixa de Dobramentos Sergipana	33
Figura 13 - Mapa de localização da Bacia Sergipe-Alagoas	35
Figura 14 - Mapa de localização e acesso do município de São Cristóvão	38
Figura 15 - Gráfico com as médias mensais de precipitação e temperaturas máximas e mínimas da cidade de São Cristóvão (SE). Médias calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos	39
Figura 16- Mapa pedológico do município de São Cristóvão (SE).....	46
Figura 17 - Mapa hidrográfico com alguns dos principais rios presentes no município de São Cristóvão	41
Figura 18 - Mapa geológico do município de São Cristóvão (SE)	42
Figura 19 - Mapa de altitude da área de estudo	43
Figura 20 - Gráfico que mostra a porcentagem das áreas licenciadas em São Cristóvão para mineração a céu aberto (areia, argila, cascalho e saibro) e para mineração em leito de rio (areia lavada)	46
Figura 21- Cava circular, com talude $\leq 3,0$ m, com vegetação em regeneração	47
Figura 22 - Visão geral da mina em atividade	49
Figura 23 - Diagrama de Interação de impactos ambientais referente à lavra se acompanhamento técnico	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais minerários extraídos no município de São Cristóvão.....	455
Tabela 2 - <i>Checklist</i> dos principais impactos socioambientais observados no empreendimento da área de estudo.....	500

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente
AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
ANA – Agência nacional de Água
ANM – Agência Nacional de Mineração
BSA – Bacia Sergipe-Alagoas
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSQ – Coberturas Sedimentares do Quaternário
DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FB – Formação Barreiras
FBMJ – Falha Belo Monte-Jeremoabo
FDS – Faixa de Dobramento Sergipana
FI – Falha de Itaporanga
FM – Falha Macururé
FSMA – Falha São Miguel do Aleixo
ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização)
NBR – Norma Brasileira
NR – Norma Regulamentadora
SEPLANTEC – Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia
SUPES – Superintendência de Estudos e Pesquisas
UFS – Universidade Federal de Sergipe

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Apesar da extração mineral gerar impactos ambientais negativos e muitas vezes irreversíveis, é uma atividade de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico (BRANDT, 1998). Esta atividade deve ocorrer em equilíbrio positivo em relação aos impactos, o que implica em dar atenção às ações de remediação ambiental, quando requeridas. Os agregados para a indústria da construção civil são as substâncias minerais mais consumidas e portanto, as mais significativas em termos de quantidades produzidas no mundo (FONSECA JÚNIOR e FERREIRA, 2012). Assim, a expansão urbana faz com que a extração mineral aumente cada vez mais.

A Constituição Federal de 1988 e a Resolução do CONAMA 01/1986 consideram a mineração, como uma atividade modificadora do meio ambiente e passível de uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

Impacto Ambiental é toda modificação negativa ou positiva das características físicas, químicas, biológicas e econômicas resultantes da atividade humana sobre o ambiente (BRAGA, 2015). Os impactos socioambientais atestam que a intervenção antrópica no meio ambiente causa a degradação, desta forma, a problemática social e o espaço natural devem ser analisados concomitantemente, para uma melhor compreensão. Ambos são resultantes de mudanças sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial, ecológica, histórica ou socialmente determinada (BRAGA, 2015).

A AIA garante uma análise dos impactos ambientais de maneira sistemática e objetiva garantir que, responsáveis pela tomada de decisão apresentem soluções adequadas à população e ao meio ambiente, gerando medidas de controle de poluição (MASTERPLAN, 2013).

O município de São Cristóvão é uma região com potencial para exploração de areia, por se tratar de uma região com várias ocorrências de substratos sedimentares constituídos pela Formação Barreiras. A grande disponibilidade de areia, que é amplamente utilizada na construção civil, indústria de revestimento, entre outras atividades e usos, gera uma concentração de atividade mineira na região e resulta em diversos problemas socioambientais. Assim, torna-se relevante o entendimento científico dos reais impactos socioambientais resultantes da atividade de extração de areia, por este material apresentar grande potencial modificador e impactante.

A área de estudo é a Jazida Boa Esperança, localizada no município de São Cristóvão (SE), num polígono requerido de 49,41 hectares, de coordenadas 10,920522; 37,275918 (Figura 1), que apresenta potencial exploratório de areia para construção civil.

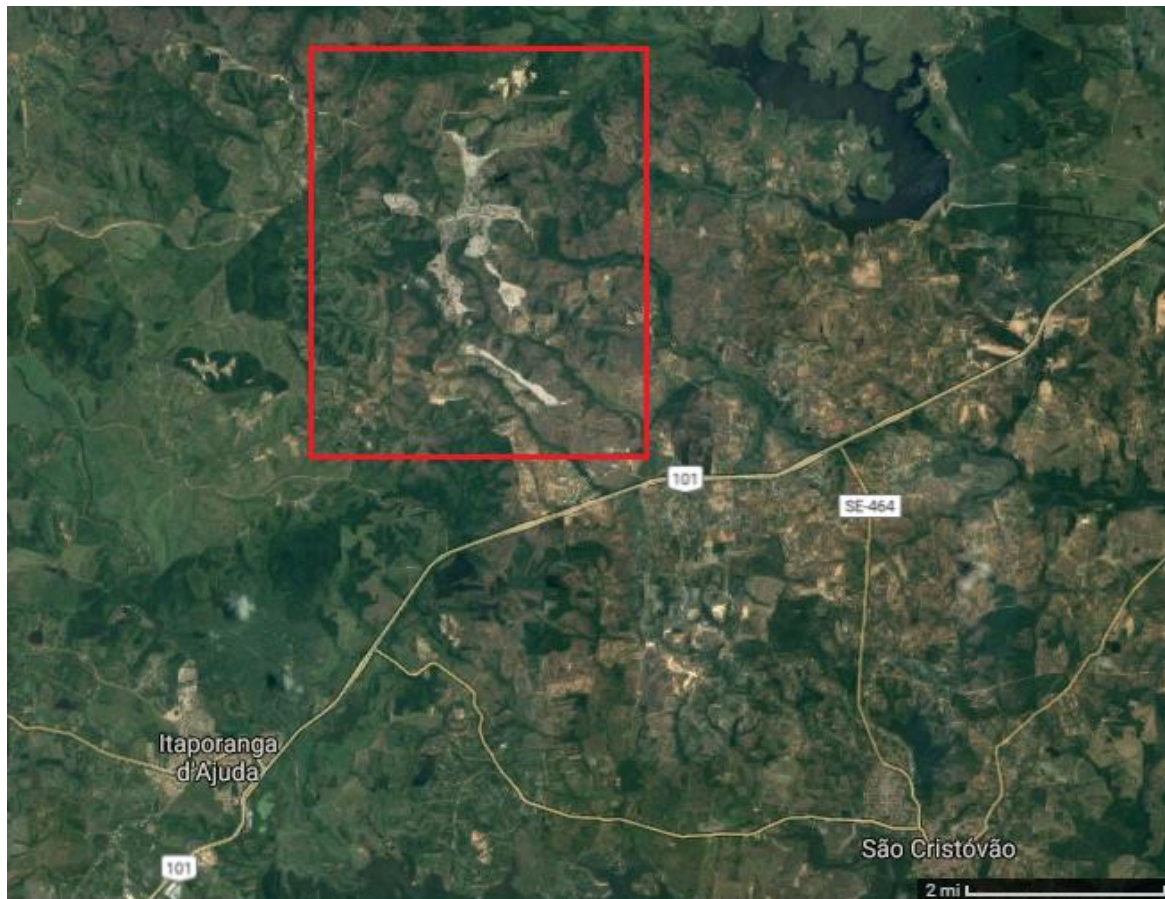


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: *Google Maps*.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é contribuir para a avaliação dos impactos socioambientais, decorrentes da atividade de extração de areia utilizada na construção civil, através de um estudo de caso, no qual foi utilizada uma matriz de avaliação de impactos ambientais locais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterização dos aspectos legais da atividade de extração de areia;
- Levantamento dos impactos ambientais decorrentes da extração de areia na área de estudo;
- Aplicação de um *Checklist* com os principais impactos da atividade de extração de areia na área de estudo;
- Determinar qual a influência da mineração sobre o meio ambiente na área estudada;
- Fornecer informações à respeito da atual situação da mineração de areia no município de São Cristóvão.

1.2 Metodologia

A descrição e a identificação das atividades impactantes com o intuito de avaliar as condições socioambientais da área de estudo foram realizadas com base em consultas bibliográficas (livros, teses, artigos e materiais publicados na internet) e através de visitas à Jazida Boa Esperança e outros empreendimentos minerários de extração de areia no município de São Cristóvão, licenciados junto à ANM e ADEMA, em fase de operação. As visitas foram realizadas durante o período do Estágio Supervisionado Obrigatório, realizado na ADEMA, nos anos de 2016 e 2017. Também foi necessário consultar os processos minerários do município de São Cristóvão, buscando aqueles referentes à extração de areia para a construção civil e que tivessem uma rotina cronológica didática, para servir de base para o estudo de caso.

O procedimento denominado “*Checklist*” foi utilizado neste trabalho, considerando que é uma ferramenta válida, frequentemente utilizada para o levantamento de dados em questões ambientais, conduzindo ao vislumbamento das consequências e dos impactos ambientais, quando se considera o potencial transformador do ambiente físico, biótico e antrópico, bem como as causas (atividades impactantes) conhecidas (SILVA, 1999). O procedimento tem como objetivo, o levantamento dos impactos mais relevantes e a caracterização das variáveis das áreas impactadas. O *Checklist* representa um dos procedimentos mais utilizados em AIA e é muito utilizado em atividade minerária, visando a adoção das medidas mitigadoras de controle dos impactos ambientais.

1.3 Localização e Acesso à Área de Estudo

A Jazida Boa Esperança, situada na Fazenda Boa Esperança, Povoado Aldeia, s/n, zona rural do município de São Cristóvão (SE) tem como detentora a Empresa Super Cargas Transportes e Serviços LTDA, sediada no Conjunto Rosa Elze, zona rural, São Cristóvão. A empresa protocolou em 2016, o requerimento de lavra de areia para uso na construção civil. A areia lavrada serve de matéria-prima na indústria da construção civil e afins, e tem como método de lavra, a extração a céu aberto.

O acesso à área de estudo, partindo-se de Aracaju, é realizado através da BR-235, seguindo-se por 6,2 km, até o trevo da BR-101 (trecho Sul). A partir deste ponto, percorre-se mais 16,5 km até o entroncamento com a SE-255 (figura 2). A seguir, vira-se à direita, no sentido Povoado Aldeia, percorre-se 4,3 km e segue-se à direita mais 2.500 m, em estrada vicinal.

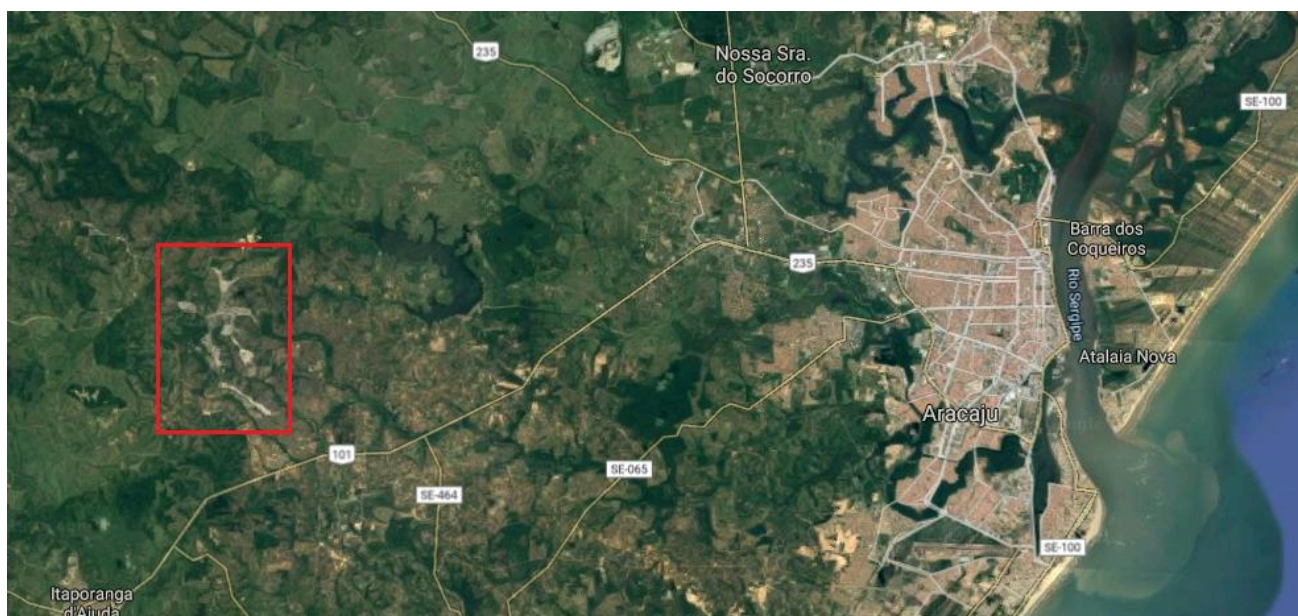


Figura 2 - Mapa de localização a acesso à área de estudo. Fonte: *Google Maps*.

CAPÍTULO 2

2 BASE TEÓRICA

2.1 Conceitos Ambientais

2.1.1 Impacto Ambiental

O conceito de impacto ambiental pode ser obtido na terminologia da palavra, originada do latim *impactu*, que significa choque ou colisão de substâncias nos três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso). O choque ou colisão podem ser provenientes de radiações ou formas variadas de energia, vindas de obras ou atividades realizadas com danosas alterações ao ambiente natural, artificial, cultural ou social.

As alterações podem ser provocadas por diversas formas de energia ou matéria resultante de atividades antrópicas, que afetam direta ou indiretamente a saúde, segurança da população, atividades econômicas e sociais, a biota e a disposição dos recursos do ambiente (PLANTENBERG, 2002; CUSTÓDIO, 1995; SPADOTTO, 2002). A visão dos autores se assemelha muito ao relatado na Resolução do CONAMA, artigo 1, que define impacto ambiental como:

“[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- 1) A saúde, a segurança e o bem estar da população;
- 2) As atividades sociais e econômicas ;
- 3) A biota;
- 4) As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- 5) A qualidade dos recursos ambientais.”

Segundo SANCHEZ (1999), impacto ambiental é decorrente de ações que provocam eliminação de um elemento do meio ambiente ou ainda a introdução da quantidade de fatores maiores que a capacidade de suporte. Enquanto WESTERN (1988) considera impacto ambiental como a mudança das características ambientais de uma área, resultantes de atividades antrópicas num determinado período, em contraste com uma situação que ocorreria caso a mesma atividade não fosse iniciada (Figura 3).

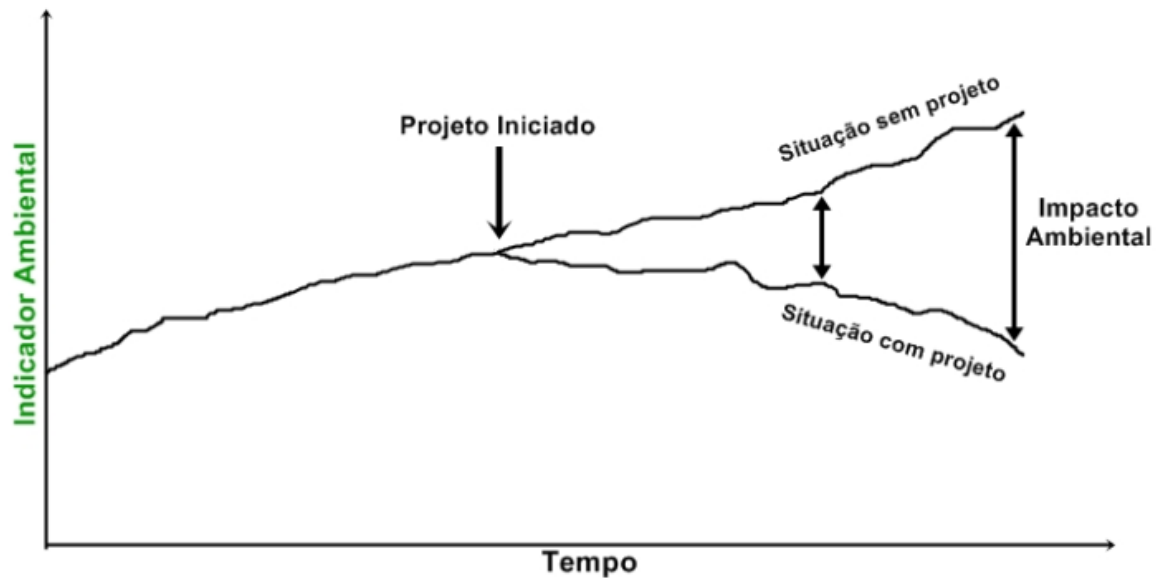


Figura 3 - Representação do conceito de impacto ambiental. Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ, 2008.

2.1.2 Aspectos Ambientais da Extração de Areia

O termo aspecto ambiental foi usado inicialmente pela Norma Brasileira, ISO 14.001:2004, que foi incorporada ao longo do tempo ao vocabulário de profissionais da indústria e de consultores, além de órgãos governamentais. Aspecto ambiental é definido na Norma Brasileira como “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, podendo ser entendido com o mecanismo através do qual, uma ação humana causa um impacto ambiental. Destaca-se que uma mesma ação pode levar a vários aspectos ambientais e consequentemente, causar diversos impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2006).

Também se faz necessário explicitar o conceito de atividade impactante, o qual é definido como ação necessária para se implantar e conduzir os empreendimentos impactantes (SILVA, 1999).

A figura 4 mostra um exemplo de impacto ambiental, onde o consumo de água através de pivôs na irrigação, desencadeia a ação de redução da disponibilidade hídrica.



Figura 4 - Montagem mostrando a relação entre aspecto e possível impacto ambiental. Fontes: Embrapa e ANA.

2.1.3 Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais

Os procedimentos de identificação e avaliação de impactos ambientais são de suma importância na gestão ambiental. Segundo PRADO FILHO (2001) vem sendo desenvolvida várias metodologias, que visam identificar impactos e planejar ações mitigadoras para os diversos tipos de empreendimentos, que de alguma forma, causem a degradação do meio ambiente.

Os métodos de avaliação e identificação de impactos ambientais mais citados na literatura são o *Checklist* (lista de verificação), Matrizes, Método “*ad hoc*” e Diagrama de Interação. SÁNCHEZ (2008) diz que tais metodologias foram desenvolvidas visando facilitar o trabalho dos analistas ambientais, entretanto, ressalva que os envolvidos no estudo deverão dominar os conceitos subjacentes, compreender detalhadamente o projeto e entender razoavelmente a dinâmica socioambiental da área afetada.

As Matrizes de identificação de impactos são constituídas por duas listas organizadas na forma de linhas e colunas, onde a primeira elenca as principais atividades ou ações do empreendimento, como por exemplo, construções, detonações e vazamentos, e a segunda, os elementos ou processos ambientais que ocorrem na área alvo, a exemplo de processos sedimentares, flora/fauna e qualidade da água, para então identificar as interações possíveis entre os componentes das duas listas (SÁNCHEZ, 2008).

PRADO FILHO (2001) explica que o Método “*ad hoc*” consiste na reunião de profissionais de diversas áreas para a realização do EIA, com o objetivo de prever os impactos ambientais relacionados a um projeto.

O Diagrama de Interação é um método que usa raciocínio e dedução para prever possíveis impactos ambientais, que serão gerados por uma ação (SÁNCHEZ, 2008) (Figura 5).

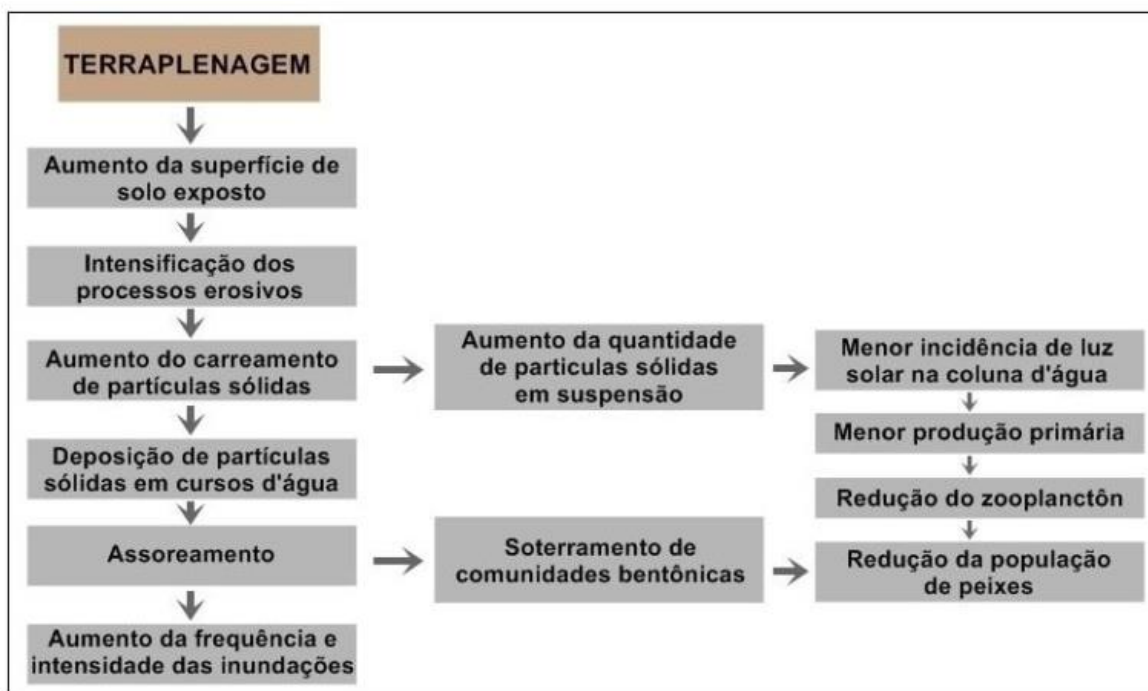


Figura 5 - Diagrama de Interação que indica as consequências dos serviços de terraplenagem sobre um ecossistema aquático. Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ (2008).

SÁNCHEZ (2008) considera como vantagens do método Diagrama de Interação o fácil entendimento da relação entre ações e impactos, e a possibilidade de avaliar impactos indiretos.

O *Checklist* é considerado por SÁNCHEZ (2008) como um método prático e fácil, podendo ser constituído de diferentes tipos de lista de checagem devido à variedade de empreendimentos e fatores ambientais de cada caso. Segundo SÁNCHEZ (2008), o *Checklist* pode trazer, por exemplo, uma caracterização dos impactos mais comuns ou listas de efeitos e impactos decorrentes (Figura 6).



Figura 6 - Checklist mostrando os principais aspectos e impactos ambientais esperados em empreendimentos de mineração. Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ, 2008.

Os métodos identificadores de impactos ambientais supracitados possuem algumas limitações. SÁNCHEZ (2008) diz que o *Checklist* não demonstra a correlação entre impactos ambientais e suas causas, e adverte que a apresentação de uma lista simples não sustentaria um EIA. O método de Diagrama de Interação tem capacidade limitada de representação em sistemas complexos (SÁNCHEZ, 2008).

Os métodos supramencionados não fornecem todas as soluções e respostas de um determinado projeto ou problema ambiental, mas deve-se considerar a importância destas ferramentas no planejamento e gerenciamento ambiental.

2.2 Aspectos Legais da Extração de Areia

Uma série de instrumentos legais regulamenta as atividades mineradoras no Brasil, incluindo a Constituição Federal. O arcabouço constitucional para as questões do setor mineral está assentado em três artigos, onde se destacam:

- O artigo 20, inciso IX - estabelece que são bens da União, os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
- O artigo 22, inciso XII - estabelece que compete a União legislar privativamente sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;
- O artigo 23, inciso XI - estabelece que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios. Ainda neste artigo é determinado que a lei complementar fixará normas para a cooperação entre a união e os Estados, o Distrito Federal e os municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional.

A partir do conceito de prioridade dos recursos minerais definido pela Constituição de 1988, a tutela da União, dos Estados e municípios sobre os recursos minerais se materializa.

2.2.1 Legislação Ambiental

A legislação mineral brasileira é regida pelo Código de Mineração, Decreto-lei n° 227/1967, alterado pela Lei n° 9314/96 e regulamentado pelo Decreto n° 62.934/68 e por legislações posteriores, que dispõe sobre as formas e condições de habilitação e execução das atividades de pesquisa e lavra de substâncias minerais. A aplicação e fiscalização são de responsabilidade da Agência Nacional de Mineração (ANM), que compete a execução das normas do Regulamento do Código de Mineração e também a fiscalização das atividades concernentes à mineração, à indústria e ao comércio de matérias-primas minerais.

2.2.1.1 Regimes de Aproveitamento Mineral

De acordo com a Lei n° 9314/96, as jazidas minerais podem ser exploradas segundo uma das cinco formas de regime de aproveitamento das substâncias minerais:

- Regime de Autorização de Pesquisa;
- Regime de Concessão de Lavra;
- Regime de Licenciamento;
- Regime de Permissão de Lavra Garimpeira;
- Regime de Monopolização.

O enquadramento em uma das formas de regime de aproveitamento é estabelecido de acordo com o tipo de substância mineral, do modo de ocorrência e/ou como será a utilização (OBATA e SINTONI, 2003).

Os regimes aplicados para extração e exploração de areia que foram observados neste estudo são:

2.2.1.1.1 Regime de Autorização de Pesquisa

O Alvará de Autorização de Pesquisa representa o regime de autorização de pesquisa, diploma este expedido pelo Diretor Geral da ANM, através do qual, e somente a partir deste, o seu titular está habilitado a realizar as pesquisas e trabalhos técnicos para a definição das substâncias de interesse econômico, dentro dos limites da área previamente solicitada e aprovada, e dentro de prazos previamente estabelecidos (máximo de três anos). Por meio do alvará de pesquisa, como o próprio nome indica, está assegurada apenas a pesquisa ao seu titular e não a lavra, cuja concessão somente pode ser solicitada, após o cumprimento técnico, administrativo e legal das disposições contidas no regime de autorização de pesquisa (OBATA e SINTONE, 2003).

Em geral, para outorga do alvará não é exigido prévio licenciamento de outros órgãos especializados, exceto em casos especificados na legislação, quando se sujeita à apresentação, quando couber, de prévia autorização ambiental (em áreas de preservação ou proteção ou quando se fizer necessário a supressão da vegetação), prévio assentimento do município (em áreas urbanas) e de anuência do órgão responsável pela outorga de uso da água (em cursos d'água) (OBATA e SINTONE, 2003).

Os direitos do permissionário da autorização de pesquisa são:

- Bloquear a área requerida pelos períodos constantes dos alvarás de pesquisa até decisão da ANM sobre o relatório apresentado ao final dos trabalhos de

pesquisa e sendo este favorável, até a apresentação do correspondente requerimento de lavra;

- Extrair, transportar e comercializar pequenas quantidades da substância mineral útil para o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas e de mercado;
- Manter a posse da área até a conclusão dos trabalhos previstos, exclusivamente nos perímetros delimitados para o desenvolvimento das pesquisas.

2.2.1.1.2 Regime de Concessão de Lavra

Este regime consiste na Portaria de Lavra, diploma expedido pelo Ministério de Minas e Energia, pelo qual, e somente a partir deste, o titular fica habilitado a praticar os trabalhos de extração mineral. A Portaria de Lavra é concedida como decorrência do cumprimento de todas as disposições legais, técnicas e administrativas anteriores, relativas ao regime de autorização, especialmente a aprovação do correspondente relatório de pesquisa e subsequente apresentação e aprovação de um plano de aproveitamento econômico da jazida então definida. Assim como, a apresentação do prévio licenciamento ambiental do órgão competente e do assentimento, aceite ou outorga de outros órgãos competentes, quando em área de sua jurisdição (extração em leito de rios e em áreas de reservatórios, entre outros) (OBATA e SINTONI, 2003).

A União permitirá a exploração de recursos minerais mediante alvará de autorização de pesquisa e Portaria de Lavra, àquele que primeiro requerer junto à ANM. Portanto, o proprietário do solo não é proprietário da jazida mineral que porventura exista em suas terras, nem lhe é assegurada a preferência ou prioridade na sua exploração. Assim a prioridade é de quem primeiro requerer a área (PIACENTINI, 2000).

2.2.1.1.3 Regime de Licenciamento

O licenciamento mineral, segundo Decreto-Lei nº 227/67, art. 2º, é o consentimento da União a particulares, para a lavra de minerais que tenham utilização imediata na construção civil. O licenciamento depende da obtenção, pelo interessado, de

licença específica expedida pela autoridade administrativa local, no município de situação da jazida e da efetivação do competente registro na ANM.

O regime de licenciamento é disciplinado pela Lei Federal nº 6567/1978, que dispõe sobre o aproveitamento das substâncias minerais enquadradas na Classe II, como ardósia, areia, cascalho, argilas, quartzitos e saibros. A lei estabelece um limite de 50 hectares para a área objeto de licenciamento, ficando a cargo da administração local (prefeituras), a concessão de licença, que tem validade somente após seu registro na ANM e publicação no Diário Oficial da União.

O art. 2º do Decreto 227/67 foi revogado pela Lei 9314/96, que estabelece que as substâncias minerais de uso imediato na construção civil podem ser também requeridas para aproveitamento econômico, pelo regime de autorização de pesquisa e concessão de lavra, caracterizando dessa maneira, o regime dual para as substâncias em questão.

Segundo a Lei nº 6567/78, o licenciamento é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem estiver expressa autorização proprietário.

Os trabalhos de lavra podem ser desenvolvidos sem a execução prévia de trabalho de pesquisa mineral e sem um plano de aproveitamento econômico prévio. Entretanto, em qualquer caso, é obrigatória a apresentação do plano de lavra, que é o projeto técnico constituído pelas operações coordenadas de lavra objetivando o aproveitamento racional do bem mineral (OBATA e SINTONI, 2003).

2.3 Mineração de Areia

A areia é uma substância mineral originada da desagregação de diversos tipos de rochas e pode ser encontrada em vários tipos de depósitos, como aluviões e coluviões (GONÇALVES, 2008). A areia é um sedimento clástico inconsolidado, formado mais comumente por grãos com 0,2 a 2,0 mm de diâmetro e tendo como cores mais usuais o cinza, o amarelo ou o vermelho (LEINZ e AMARAL, 1980).

Na geologia, areia é definida como um material detrítico, com variação de tamanho de partículas, principalmente partículas de quartzo. As principais definições são feitas no sentido de representar um material mineral granular não coesivo, com tamanho de partículas situado entre limites definidos, com composição química e mineralógica variada e com origem inorgânica (CANTO, 2001).

Segundo Bueno (2010), os principais ambientes geológicos onde é extraída a areia para a construção civil são:

- leitos de rios;
- planícies costeiras;
- planícies e terraços aluviais de fundos de vale (pretéritos);
- coberturas de morros constituídas por formações sedimentares arenosas mais antigas; e
- coberturas de morros com mantos de alteração de rochas quartzosas.

Os métodos de lavra empregados na extração de areia para a construção civil são basicamente três e dependem da natureza do depósito que está sendo lavrado (CHAVES & WHITAKER, 2012):

- dragagem;
- desmonte hidráulico;
- desmonte mecânico.

Embora os princípios técnicos de condução das lavras se mantenham uniformes, existe uma grande variedade de procedimentos práticos, equipamentos e insumos utilizados, cuja escolha depende, basicamente, das condições da jazida, da escala da produção pretendida e dos tipos de produtos a serem comercializados.

2.3.1 Dragagem

O termo dragagem é generalizado para qualquer tipo de mineração ou atividade em que o material é retirado sob um leito d'água, incluindo máquinas que operam por simples escavação mecânica, como as que utilizam a força hidráulica de sucção. Ambas são utilizadas na retirada das camadas dos sedimentos arenosos submersos no fundo dos rios, lagos e represas.

Os depósitos possuem espessuras variáveis contendo material pouco consolidado desde alguns metros, mas podendo atingir até dezenas de metros. O estado de consolidação do material é uma condição necessária para permitir a utilização do método de dragagem (ALMEIDA, 2003).

A extração de areia por dragagem é caracterizada por um sistema de bombeamento, que realiza a sucção da polpa formada na superfície de ataque do leito submerso. A draga pode possuir também, um dispositivo mecânico na extremidade da tubulação de fundo,

cuja função é desagregar o material da superfície do leito e facilitar o trabalho de formação de polpa.

A dragagem apresenta uma grande versatilidade, porque pode se movimentar em áreas diferentes, sendo de grande utilidade em locais, onde o depósito possui uma ampla distribuição ao longo de um rio ou represa.

Na situação de extração de areia em leito de rio, a draga bombeia a areia e outros materiais presentes no fundo do rio, utilizando a água como veículo. A areia bombeada fica depositada na draga ou é enviada através de tubulações diretamente ao silo, enquanto que a água retorna ao rio juntamente com sedimentos finos. O volume de água bombeado é praticamente todo devolvido ao rio, com exceção de uma pequena parcela agregada a areia (SANTOS, 2008).

Em casos mais simples e frequentes, as minerações de areia realizam apenas um peneiramento grosseiro, para separação da fração cascalho e contam com algum dispositivo de decantação, como uma caixa de lavagem, que atua por processo de sedimentação. Assim, se dá a separação entre o material mais fino, constituído pela fração argilosa, transportado com o excedente de água, e a areia média ou grossa, que se deposita no fundo da caixa, sendo esta transferida para as pilhas de estocagem ao ar livre ou silos de armazenamento, e posteriormente, carregada diretamente em caminhões (ALMEIDA, 2003).

A extração de areia em cava submersa ocorre na planície aluvial e se inicia pela extração da base e das paredes laterais da cava, por escavação mecânica, até que se atinja o lençol freático, momento em que a água subterrânea aflora. Com a cava preenchida por água, a extração é realizada através de dragagem (FRAZÃO, 2002).

Na figura 7, um esboço geral de lavra de areia em leito de rio é apresentado, com as operações envolvidas.

A figura 8 mostra um modelo de ciclo básico de produção de lavra de areia em leito de rio.

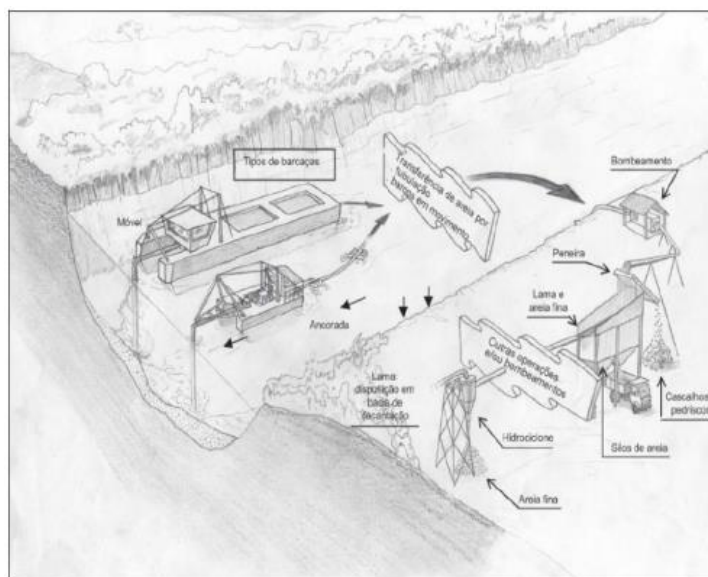


Figura 7 - Lavra por dragagem em leito de rio. Fonte: ALMEIDA, 2003.

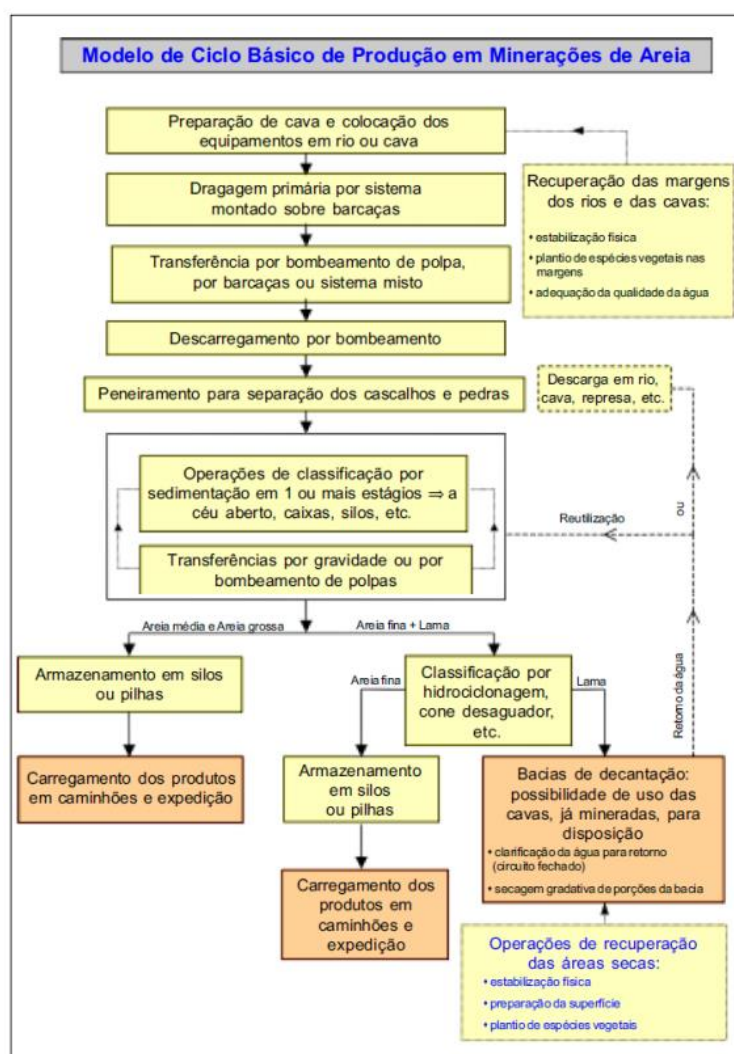


Figura 8 - Fluxo de operações por dragagem em leito de rio. Fonte: ALMEIDA, 2003.

2.3.2 Desmonte Hidráulico

Neste método, o princípio utilizado é a ação da força hidráulica da água, na forma de lavagem sob alta pressão para desagregar o minério (figura 9). Os exemplos mais comuns de aplicação deste método são os depósitos de areia localizados nas planícies fluviais ou nas encostas de morros contendo camadas formadas a partir da alteração de rochas cristalinas. Nestes casos, a lavra de areia costuma se desenvolver pelas encostas intemperizadas e pode aprofundar-se em cava. Esta característica determina a nomenclatura usual destes casos conhecidos como desmonte hidráulico em cava seca (ALMEIDA, 2003). Entretanto, existem algumas condicionantes essenciais para garantir a eficiência desse método de lavra:

- O material deve ser passível de desagregação por meio de força hidráulica promovida pela pressão do jato de água;
- Suprimento suficiente de água, pois este método necessita de grande volume;
- Existência de área disponível para disposição dos resíduos e rejeitos do processo;
- Possibilidade de incorporação das operações necessárias de beneficiamento, visando promover a seleção do mineral em meio aquoso;
- Gradiente favorável na frente de lavra, que permita a transferência do minério em forma de polpa por ação da gravidade;
- Condições operacionais capazes de controlar os impactos ambientais associados, principalmente no controle da água excedente e na recuperação das superfícies atingidas (taludes de cavas e bacias de decantação).

A inexistência de alguma das condições supracitadas pode prejudicar ou mesmo inviabilizar o processo.

A otimização do desmonte hidráulico envolve uma etapa prévia, que compreende o decapeamento e se constitui na remoção da camada do material estéril, quando este recobre o depósito mineral de interesse. Normalmente, o decapeamento é realizado por tratores de esteiras e pás-carregadeiras, dependendo do grau de compactação do capeamento (FRAZÃO, 2002).



Figura 9: Desmonte hidráulico. Fonte: *Google*.

2.3.3 Desmonte Mecânico

O desmonte mecânico de rochas com o uso de mineradores de superfície pode ser aplicado nos setores de mineração, escavação de terra e construção civil. O uso de mineradores de superfície na mineração permite o desmonte de rochas sem o emprego de explosivos (figura 10), possibilitando a mineração em locais próximos a zonas urbanas. Essa tecnologia aplica-se na mineração seletiva de camadas delgadas ou inclinadas produzindo fragmentos de rocha de pequeno tamanho, enquanto que nas operações de escavação de terra obtêm-se taludes precisos e estáveis no corte de estradas, túneis, trincheiras, rampas etc. (WIRTGEN, 2002).



Figura 10: Desmonte mecânico. Fonte: *Google*.

CAPÍTULO 3

3 GEOLOGIA REGIONAL

3.1 Cráton do São Francisco

A compartimentação geotectônica do território brasileiro é em grande parte herdada da Orogênese Brasileira/Pan Africana, evento tectono-termal responsável pela amalgamação do paleocontinente Gondwana, cujas manifestações datam do final do Proterozoico, início do Paleozoico (ALMEIDA, 1967; TROMPETTE, 1994). Este evento está registrado nas faixas de dobramentos e empurrões brasileiros que circundam os crátons.

O Cráton do São Francisco (Figura 11) engloba os estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás e Tocantins. Almeida (1977) optou convencionalmente por delimitar o Cráton do São Francisco nas falhas de empurrão mais externas das faixas de dobramentos que o circundam, denominadas de Sergipana, Riacho do Pontal e Rio Preto na margem norte; Brasília, nas margens oeste e sul; e Araçuaí, na margem sudeste.

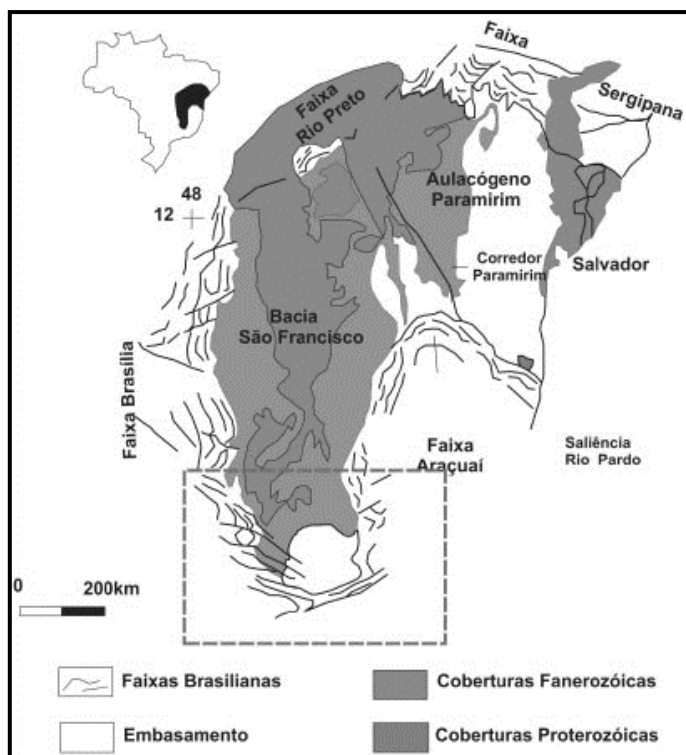


Figura 11 - Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco. Fonte: CRUZ & ALKMIM (2006).

3.2 A Faixa de Dobramentos Sergipana

A Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS) constitui uma região orogênica Neoproterozoica formada durante o Ciclo Brasileiro/Pan Africano (~600-560 Ma). Esta faixa ocorre ao sul do Maciço Pernambucano-Alagoas e a nordeste do Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977; BRITO NEVES, 2000). Geograficamente, a FDS abrange grande parte do Estado de Sergipe, além do norte da Bahia e sul de Alagoas.

A FDS é dividida em cinco domínios litoestruturais separados por extensas zonas de cisalhamento tangenciais: Domínio Canindé, Poço Redondo-Marancó, Macururé, Vaza-Barris e Estância (DAVISON&SANTOS, 1989; CARVALHO, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2014, TEIXEIRA *et al.*, 2014).

Estes domínios apresentam características estruturais, metamórficas e litoestratigráficas distintas, justapostos por tectônica compressiva vergente para sudoeste, relacionada ao Ciclo Brasileiro, na forma de falhas e zonas de cisalhamento de médio e alto ângulo.

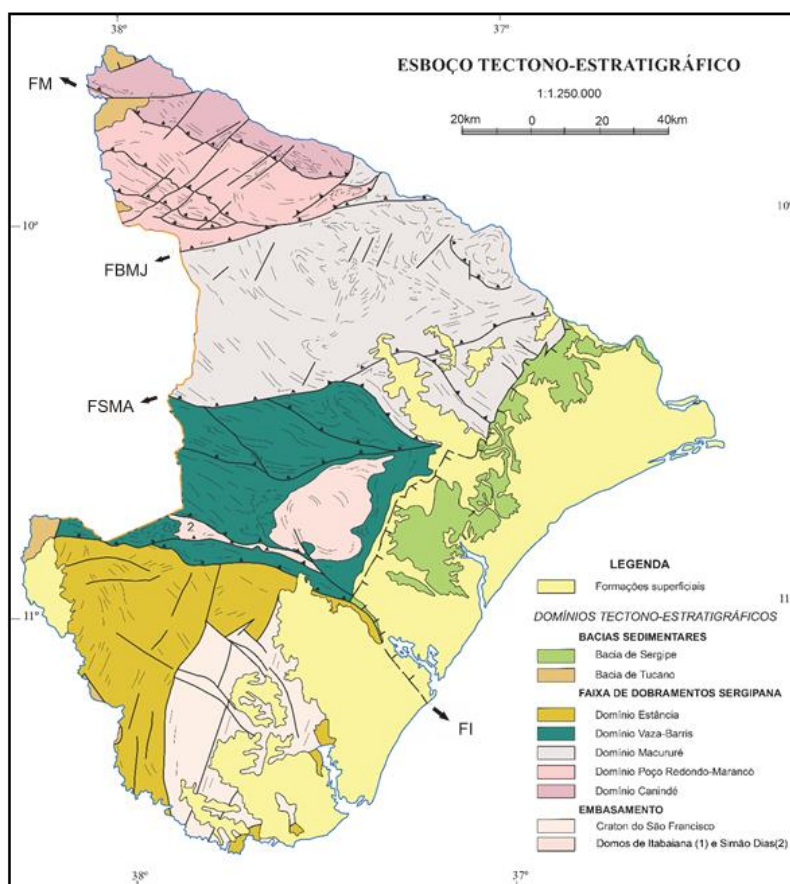


Figura 12 - Domínios tectono-estratigráficos na Faixa de Dobramentos Sergipana.

Fonte: TEIXEIRA *et al.* (2014).

3.3 A Bacia Sergipe-Alagoas

A Bacia Sergipe-Alagoas está localizada na margem continental nordeste do Brasil, abrangendo os estados de mesmo nome, com cerca de 350 km de extensão (Figura 13). Em sua porção terrestre abrange uma área de aproximadamente 13.000 km² e sua porção submersa uma área de cerca de 40.000 km², até a cota batimétrica de 2.000 m (MILANI E ARAÚJO, 2003; MORAIS E MENEZES, 2005).

A BSA tem sua origem relacionada à separação das placas Sul-americana e Africana, propagada de sul para norte, embora existam registros sedimentares anteriores a este evento.

O preenchimento sedimentar da BSA é datado do Neocarbonífero ao Eopermiano. O embasamento Proterozoico da bacia é formado por rochas metassedimentares da FDS, ao sul do Rio Cururipe, e por granitos e gnaisses do Maciço Pernambuco- Alagoas, até o extremo norte.

A BSA é representada por um rifte assimétrico, alongado na direção NNE/SSW (AQUINO & LANA, 1990), em que no início do rifteamento são de falhas transcorrentes e no final, são falhas normais típicas de um rifte gerado por distensão (LANA, 1990).

Os trabalhos de FEIJÓ (1994), MOHRIAK (1998) e SOUZA-LIMA (2002) consideram os estágios evolutivos representados pelas sequências sinéclise, pré-rifte, rifte, transicional e drifte ou margem passiva.

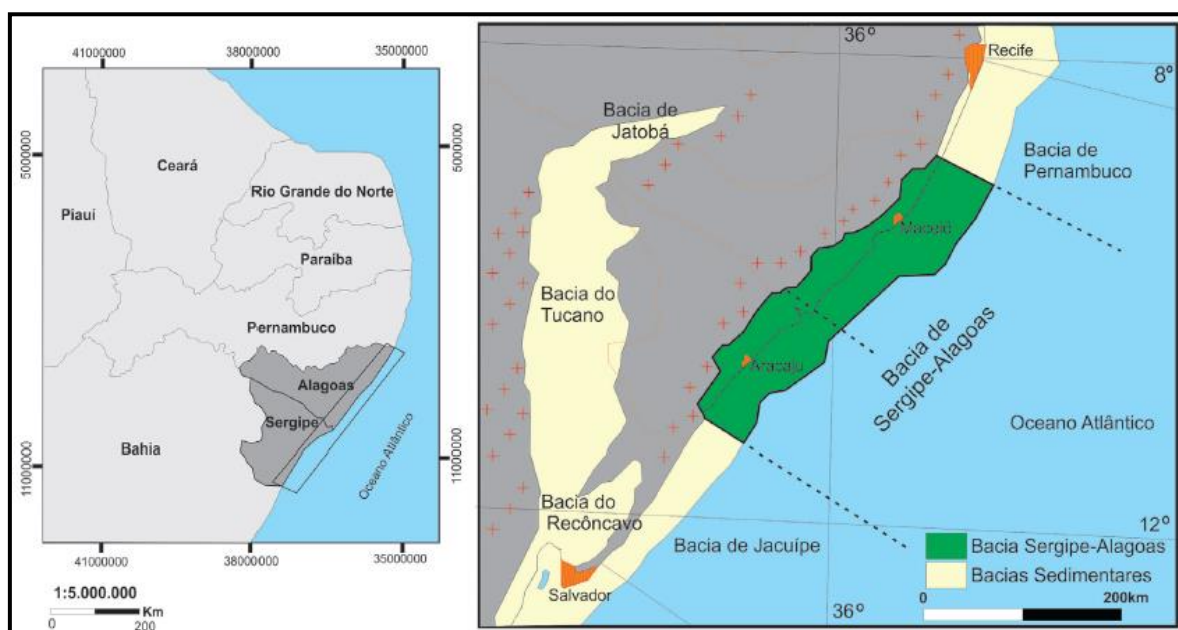


Figura 13 - Mapa de localização da Bacia Sergipe-Alagoas. Fonte: SANTOS (2010).

3.3.1 Formação Barreiras

A Formação Barreiras possui carência de datações por seu material ser praticamente afossilífera. Conforme as datações obtidas por KRASSER & BERRY (1903) referendadas respectivamente por BIGARELLA & ANDRADE (1964) e KING (1956), parece ser mais recente que o Mioceno.

A FB ocorre ao longo do litoral brasileiro e se estendem desde a região Amazônica, região costeira norte e nordeste, até o estado do Rio de Janeiro. A continuidade física da FB sugere que inicialmente correspondia a rampas detríticas coalescentes mergulhando em direção ao Oceano Atlântico, correspondendo à sedimentação correlativa de eventos de soerguimento epirogenético, que edificaram as superfícies culminantes em diversos pontos do interior brasileiro (BEZERRA, 2001; SAADI, 2005).

Segundo BEZERRA (2001), a FB constitui a última formação sedimentar terciária do Nordeste do Brasil formada na história da abertura do Oceano Atlântico, representada pela sequência ao longo de mais de 4.000 km do litoral. Os tipos de estruturas sedimentares e as características das fácies indicam que esses sedimentos se desenvolveram em ambiente de planície de maré/estuário/plataforma interna, com importantes oscilações do nível do mar em um contexto regressivo.

A área de estudo é constituída pela Formação Barreiras (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Os afloramentos dessa unidade são normalmente cortes de estrada ou outra obra civil, em locais onde a supressão da vegetação ocasionou a instalação de processos erosivos com consequente exposição dos sedimentos, como em áreas de lavra a céu aberto e de forma natural, em locais esculpidos por processos erosivos, como vales cuestiformes (interior) e falésias (zona costeira).

3.4 Formações Superficiais do Quaternário

As Coberturas Sedimentares do Quaternário (CSQ) têm distribuição significativa na área de estudo, principalmente nas zonas litorâneas e áreas sob influência de rios.

A unidade CSQ é subdividida em depósitos de leques aluviais coalescentes, depósitos eólicos continentais antigos, depósitos flúvio-lacunares, depósitos eólicos continentais, terraços marinhos holocênicos, terraços marinhos pleistocênicos, depósitos eólicos litorâneos atuais (dunas), depósitos de pântanos, e mangues e depósitos aluvionares (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Estes depósitos são constituídos

por sedimentos pouco consolidados, com granulometria argilosa a conglomerática, mal selecionados (leques aluviais) a bem selecionados (dunas), ricos em matéria orgânica em áreas de mangue e por vezes, justapostos a Formação Barreiras.

CAPÍTULO 4

4 ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO

4.1 Localização e Acesso

A área municipal ocupa 432,4 km² e está localizada no setor leste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com Nossa Senhora do Socorro, a sul e oeste com Itaporanga D'Ajuda e a leste, com Aracaju. O acesso ao município, a partir de Aracaju, pode ser realizado pela Rodovia João Bebe Água (SE-065), num trajeto de 23,0 km, até o centro da cidade.

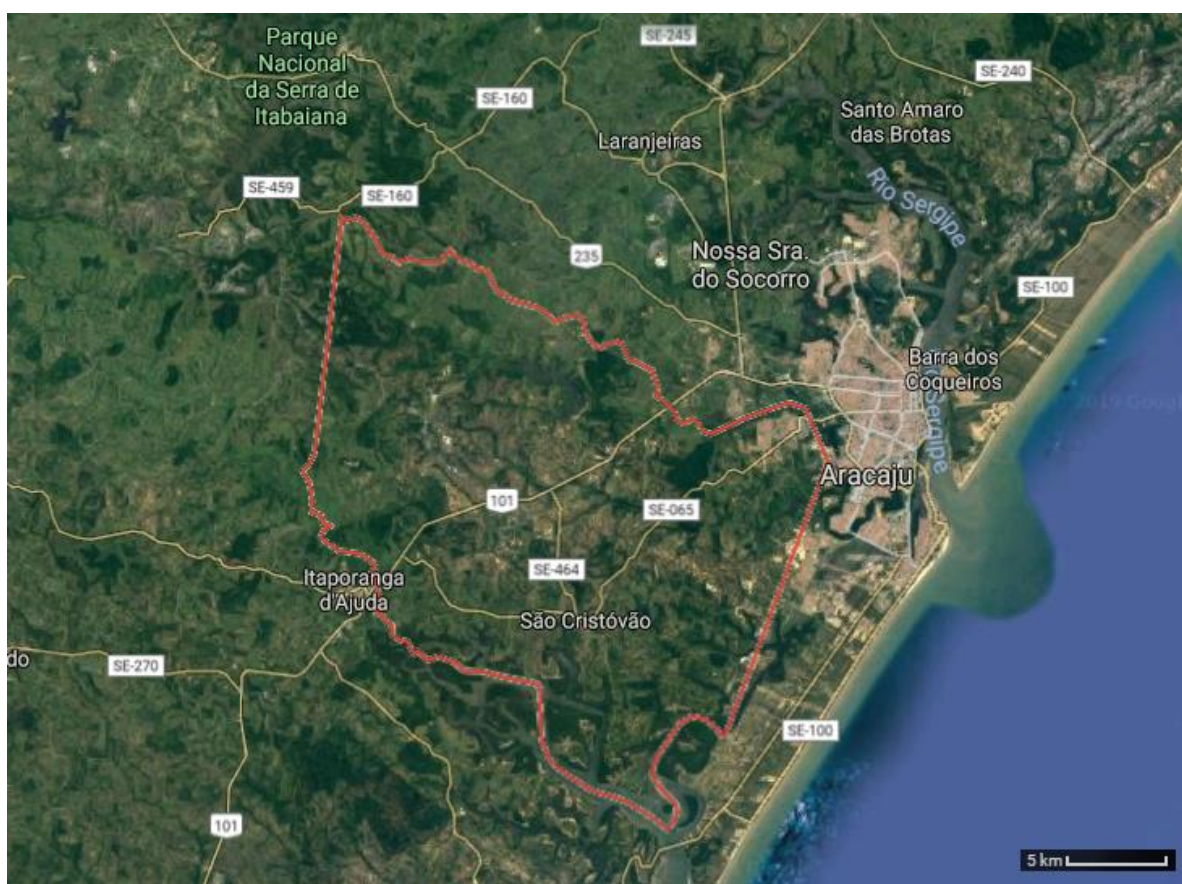


Figura 14 – Mapa de localização e acesso do Município de São Cristóvão. Fonte: *Google Maps*.

4.2 Aspectos Socioeconômicos

Os dados socioeconômicos relativos ao município de São Cristóvão foram obtidos a partir de publicações do Governo do Estado de Sergipe (SERGIPE.SEPLANTEC/SUPES, 1997/2000). A população total é de 64.520 habitantes, sendo 62.992 residentes na zona urbana e 1.528 na zona rural, com uma densidade demográfica de 149,21 hab/km².

O abastecimento de água da sede é de responsabilidade da DESO. O esgotamento sanitário é efetuado através de fossas sépticas e comuns. O lixo urbano coletado é transportado e depositado em terreno baldio.

O município tem como principais fontes de receita a agricultura, pecuária, avicultura e mineração. A agricultura possui como principais produtos a cana de açúcar, coco, laranja e mandioca. Os rebanhos têm como principais efetivos os bovinos, suínos e equinos. Na avicultura sobressaem os galináceos. Na mineração registra-se a exploração e lavra de argilas, areias e saibros, bem como a produção de petróleo e gás.

4.3 Características Fisiográficas

4.3.1 Clima

O município de São Cristóvão apresenta clima do tipo megetérmico úmido e sub-úmido, com temperatura média no ano de 25,2°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.331,4 mm e o período chuvoso ocorre de Março a Agosto. O período com maior volume de chuvas é normalmente, os meses de Abril (203 mm), Maio (246 mm), Junho (238 mm) e Julho (193 mm). Os meses de menor precipitação são verificados entre Outubro e Janeiro (Figura 15).

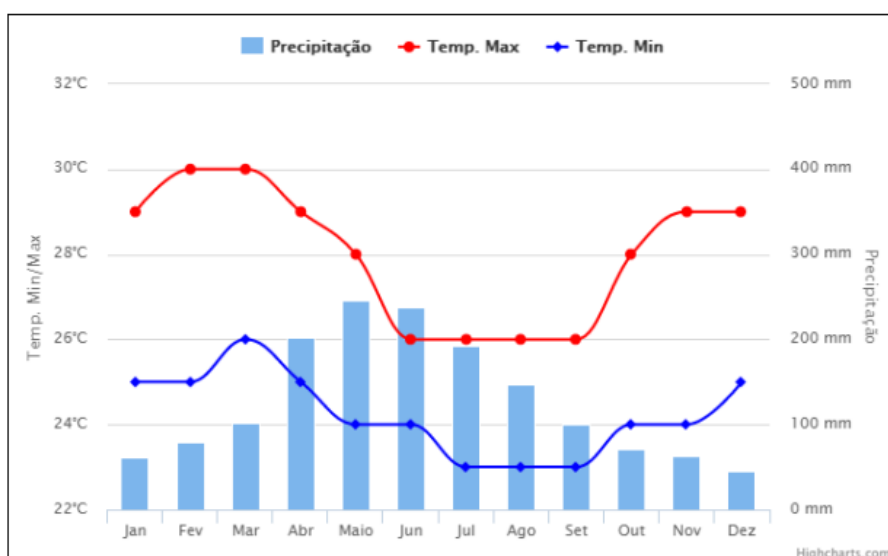


Figura 15 - Gráfico com as médias mensais de precipitação e temperaturas máximas e mínimas da cidade de São Cristóvão (SE). Médias calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos. Fonte: CLIMATEMPO (2016).

4.3.2 Solos

De acordo com os dados pedológicos da Embrapa Solos (1973), estes podem ser individualizados em seis classes no município de São Cristóvão: (i) Latossolo Vermelho Amarelo; (ii) Podzol; (iii) Podzólico Vermelho Amarelo; (iv) Solos Aluviais; (v) Solos Indiscriminados; (vi) Solos Hidromórficos (Figura 16).

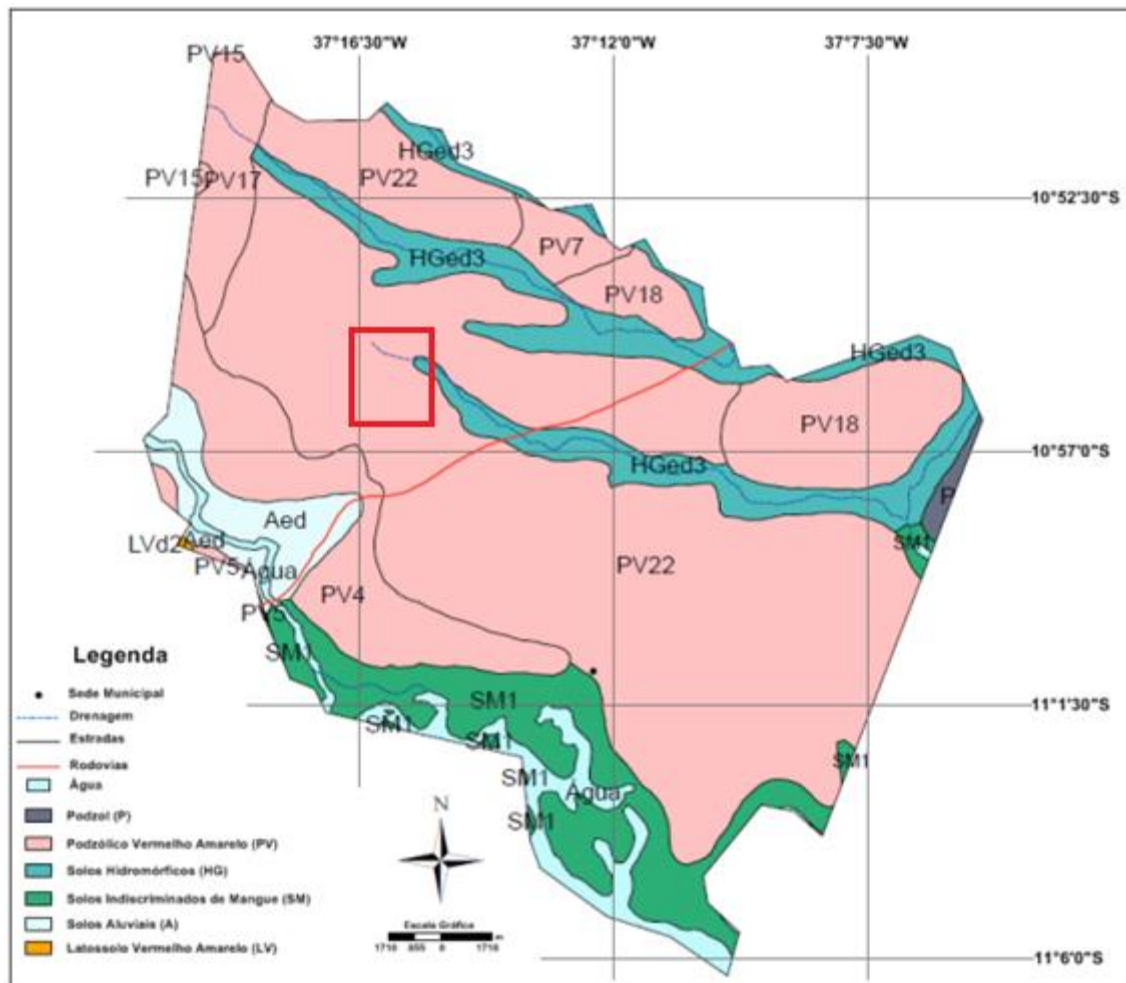


Figura 16 - Mapa pedológico do município de São Cristóvão (SE). Fonte: Embrapa Solos (1973).

4.3.3 Hidrografia

O município de São Cristóvão está inserido em duas bacias hidrográficas, a do Rio Vaza-Barris e a do Rio Sergipe. Além do Rio Vaza-Barris, os rios Comprido, Pitanga, Poxim-Mirim, Poxim-Açú, Pratal e Pamopama constituem a drenagem principal (CPRM, 2002).



Figura 17 – Mapa hidrográfico com alguns dos principais rios presentes no município de São Cristóvão. Fonte: CPRM, 2002.

4.3.4 Geologia

O município de São Cristóvão é na maior parte dominado por unidades geológicas recentes. A Formação Barreiras predomina em cerca de 75% do município. As formações superficiais do Cenozoico são observadas nas áreas do Rio Vaza Barris, em alguns afluentes da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe como o Rio Pitanga e Poxim-Açu e na região costeira (Figura 18).

Os Membros Angico e Sapucari têm afloramentos nas regiões norte, sudeste e noroeste do município de São Cristóvão.

Também na porção noroeste, em áreas marginais do Rio Poxim-Açu ocorrem as rochas carbonáticas do Membro Maruim. Esta unidade contém calcarenito e calcirrutido oncolítico e oolítico creme, recifes algálicos soldados além de carbonatos dolomitizados (FEIJÓ, 1994). Os folhelhos pelíticos com intercalações de arenito, depositados em ambiente taludal/bacia oceânica da Formação Cotinguiba (FEIJÓ, 1994), afloram a norte de São Cristóvão.

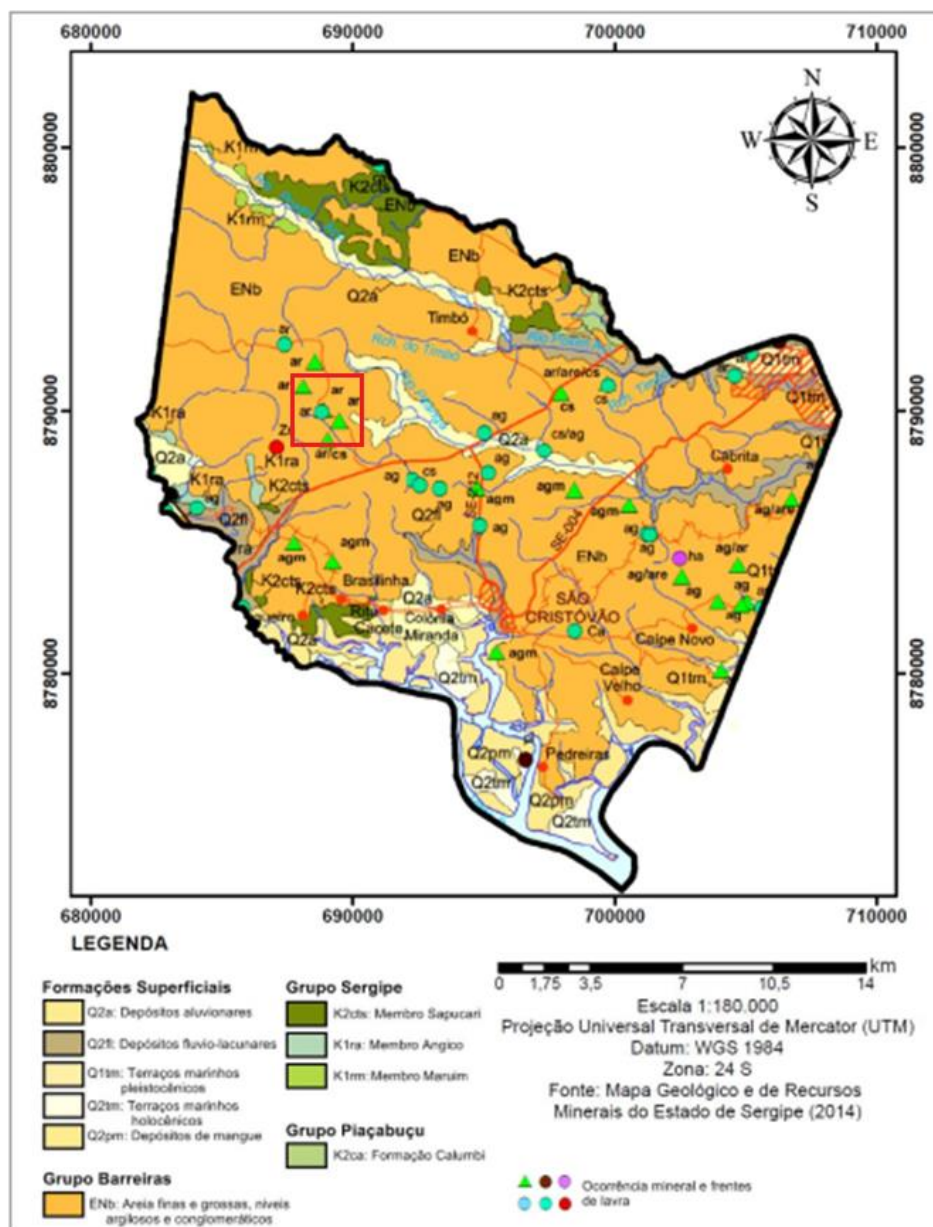


Figura 18 - Mapa geológico do município de São Cristóvão (SE). Fonte: TEIXEIRA *et al.* (2014).

4.3.5 Geomorfologia

A área do polígono está inserida na Unidade Geomorfológica Tabuleiros Costeiros de relevos dissecados em colinas e interflúvios tabulares de dissecação muito fraca e forma de relevo tabular de topo plano e/ou aplainado, separado por vales de fundo chato e eventualmente pós vales, topografia irregular com altitude máxima de até 200 m (figura 19). A baixa coesão das areias associada à cota elevada do depósito arenoso, caracteriza a área da jazida como sendo de terrenos de capeamento vulnerável a um desgaste erosivo,

mudanças rápidas, caso ocorra a sujeição às ações que decorram de intervenções que ultrapassem os limites da reduzida resistência da compacidade natural.

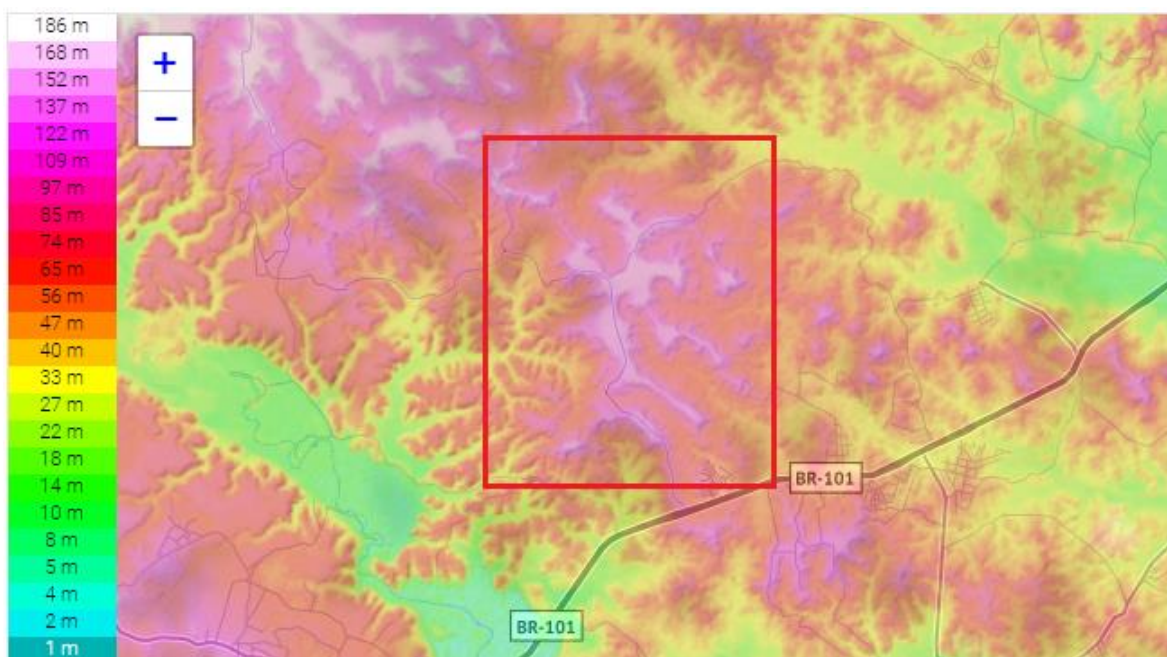


Figura 19 - Mapa de altitude da área de estudo. Fonte: *Google Maps*.

CAPÍTULO 5

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 A Mineração de Areia no Município de São Cristóvão

Os dados referentes aos empreendimentos localizados no município de São Cristóvão, que estão devidamente licenciados para minerar areia, foram obtidos junto à ADEMA (tabela 1). Conforme os dados de setembro de 2017, existem atualmente 17 empreendimentos, em um total de 366 hectares licenciados, sendo 360,77 hectares (~99%) para mineração a céu aberto e 5,23 hectares (~1%) para extração em leito de rio (figura 20).

Tabela 1- Materiais minerários extraídos no município de São Cristóvão. Fonte: ADEMA.

Materiais Extraídos	Licença de Operação (n°)	Área licenciada (ha)
Areia	031/2014	9,80
Areia, Argila e Cascalho	261/2014	50,00
Areia, Cascalho e Saibro	329/2014	10,49
Areia	239/2014	3,12
Areia de Leito de Rio	061/2014	3,60
Areia e Cascalho	104/2014	36,20
Areia e Cascalho	794/2015	15,97
Areia de Leito de Rio	377/2015	1,63
Areia, Argila e Cascalho	072/2015	31,00
Areia, Argila e Cascalho	073/2015	47,52
Areia, Argila e Cascalho	048/2015	49,00
Areia, Argila e Cascalho	059/2015	20,66
Areia	286/2015	19,86
Areia, Cascalho e Saibro	041/2016	5,63
Areia, Cascalho e Saibro	035/2016	45,04
Areia, Argila e Cascalho	117/2016	0,51
Areia e Cascalho	053/2016	15,97
TOTAL		366,00



Figura 20 - Gráfico que mostra a percentagem das áreas licenciadas em São Cristóvão para mineração a céu aberto (areia, argila, cascalho e saibro) e para mineração em leito de rio (areia lavada). Fonte: Adaptado de BATISTA, 2016.

5.2 Descrição da Área de Estudo

Os trabalhos de campo durante o Estágio Supervisionado Obrigatório na ADEMA permitiram identificar, os principais aspectos físicos (relevo, geometria da mina e geologia) e elementos característicos dos impactos ambientais na Jazida Boa Esperança.

A Jazida Boa Esperança é uma mina a céu aberto, situada no município de São Cristóvão (SE). A superfície requerida da jazida se encontra, na sua totalidade, encravada na região da Bacia do Rio Vaza-Barris. A jazida apresenta uma área de 494.100 m² de areia lavrada com espessura média de 1,5 m. (Figura 21).



Figura 21 - Cava circular, com talude $\leq 3,0$ m, com vegetação em regeneração. Fonte: ADEMA.

A área da jazida é constituída por areias finas a grossas, com níveis argilosos e conglomeráticos mal consolidados do Grupo Barreiras, de idade terciária, que integram a Bacia Sedimentar de Sergipe. As formas de ocorrências são extensos planaltos, dispostos em patamares, ligeiramente inclinados em direção à costa.

A precipitação pluviométrica anual é <1.400 mm, sendo >50 mm no mês mais seco e entre 250-200 mm no mês mais chuvoso. O clima da região tem médias anuais entre 25 e 26°C, sendo o mês mais quente com médias entre 26 e 27°C e o mês mais frio $>23^{\circ}\text{C}$. O clima é quente e úmido exposto aos alíseos de SE, com 1 a 2 meses secos tipo mediterrâneo (CLIMATEMPO, 2016).

O polígono da área de estudo está inserido na Unidade Geomorfológica Tabuleiros Costeiros de relevos dissecados em colinas e interflúvios tabulares, de dissecação muito fraca e forma de relevo tabular de topo plano e/ou aplainado, separado por vales de fundo chato e eventualmente por vales em V, topografia irregular com altitude máxima de 200 m (TEIXEIRA, 2014).

Com relação ao solo, no geral, se distingue a presença de topos arredondados e nas suas vertentes, relevos ondulados dos solos podzólicos vermelho amarelo equivalente eutrófico, moderadamente drenados, textura argilosa, sendo que nos locais próximos às margens do Rio Vaza-Barris ocorrem solos arenosos de baixa espessura. (Embrapa Solos, 1973).

A região da Jazida Boa Esperança se encontra bem caracterizada no que diz respeito à vegetação natural, com presença de formações vegetais secundárias de campos antrópicos, que surgem espontaneamente, uma vez cessada a interferência humana, juntamente com espécies tidas como invasoras, bem como a mata secundária e áreas de pastagem.

A lavra na Jazida Boa Esperança ocorre a céu aberto, em cava a meia circular a semi circular, a meia encosta e se apresenta sem complexidade, adequada e de acordo com a planialtimetria levantada da área, com baixo custo operacional.

Inicialmente a lavra seguiu os seguintes passos:

1. Limpeza sobre o módulo inicial da lavra, por meio de escavadeira;
2. Complementação e conservação dos acessos internos já existentes, que margeam a área da jazida para o tráfego de caminhões e máquinas;
3. Remoção da camada de solo por meio de trator, em ângulos superficiais, em que não será feita distinção entre o solo orgânico e minerário;
4. Espalhamento do material inconsolidado de modo a criar um pátio com condições para tráfego de máquinas e caminhões;
5. Ao dar continuidade da lavra, o material resultante da limpeza foi espalhado na parte já lavra de modo a nivelar o pátio para facilitar o carregamento e transporte do minério extraído.



Figura 22 - Visão geral da mina da Jazida Boa Esperança em atividade. Fonte: ADEMA.

5.3 Impactos Socioambientais

A análise apresentada neste trabalho se destina à avaliação e interpretação dos impactos socioambientais (meios antrópicos, biológicos e físicos), que são esperados nas diferentes fases do empreendimento minerário estudado. O diagnóstico resultou num *checklist* (Tabela 2), que expõe os principais elementos e aspectos relacionados a esses impactos previsíveis, os quais são de fácil mitigação em estágio inicial.

Tabela 2 - *Checklist* dos principais impactos socioambientais observados no empreendimento de mineração da área de estudo.

Meio	Ações ou Atividades	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
Antrópico	Instalação do empreendimento.	Oferta de empregos, recolhimento de impostos e geração de renda.	Aumento da arrecadação e aquecimento da economia local.
Antrópico	Uso do solo.	Alteração da cultura de uso do solo.	Redução dos campos de agronegócios e outras atividades.
Biológico	Supressão vegetal.	Perda da cobertura vegetal	Perda de habitat, perda da proteção do solo.
Biológico	Ocupação da área e movimentação de máquinas.	Pressão sobre a flora e fauna da área.	Afugentamento de espécies nativas da área e perda de espécies vegetais.
Biológico	Lavra do material.	Perturbação da flora e fauna da área	Perda de espécies da fauna terrestre e aquática.
Biológico	Transporte do material.	Tráfego nas áreas nativas.	Atropelamento de espécies da região.
Físico	Movimento dos veículos e maquinário nas frentes de lavra.	Geração de gases, poeira e ruído.	Poluição atmosférica local.
Físico	Limpeza da área de lavra.	Exposição do solo.	Erosão e perda da qualidade do solo.
Físico	Abertura de vias.	Sistematização da área.	Desconfiguração paisagística e compactação do terreno.
Físico	Conformação do terreno.	Modificação do relevo natural.	Alteração do escoamento superficial.
Físico	Lavra do minério.	Geração de talude, cavas e outros.	Desconfiguração paisagística local.
Físico	Operação das máquinas e trabalhadores.	Vazamento de óleo e geração de resíduos sólidos.	Poluição do solo, águas superficiais e subterrâneas.
Físico	Disposição do material extraído e outros (estéril, rejeito).	Possível erosão e carreamento dos materiais na direção de vales e drenagens.	Possível assoreamento de cursos d'água.
Físico	Transporte do material.	Trepidação e geração de poluentes.	Diminuição da qualidade atmosférica e sonora.

Fonte: Autor.

Os efeitos que diretamente agem sobre a área de estudo, como consequência da implantação e operação do empreendimento são:

- a) Ruídos provocados pela operação de retroescavadeiras, que em atividade estiveram abaixo do limite de tolerância da NBR-10.151 e 10.152 da ABNT e da NR-15 (anexo nº 1) do Ministério do Trabalho. Estas normas fixam os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos;
- b) Vibrações provocadas pelo movimento das caçambas transportando o minério, pelo volume a ser movimentado, extraído, carregado, armazenado e a quantidade de veículos e máquinas. Esse efeito não foi caracterizado como de relevância qualitativa ou quantitativa;
- c) Gases gerados pela combustão dos motores diesel da retroescavadeira e caçambas na escavação, carregamento e transporte, motivos idênticos ao item anterior, ressaltando que em nada afetou o volume de 18% de oxigênio livre, necessário ao processo respiratório. No Brasil, um ambiente não confinado é considerado deficiente de oxigênio quando a concentração deste gás for menor que 18% ao nível do mar (ou ppO₂ for menor que 137 mmHg);
- d) Poeira gerada na extração e carregamento para o transporte do minério. Já que não existe limite de tolerância previsto na NR-15 (anexo nº 10), não existe medição, e sendo assim, a caracterização desse adicional é qualitativa e foi feita através de laudo de inspeção no local. A produção é pequena e houve processo de umectação na área de lavra e acessos, principalmente em tempos secos e de ventania, além das cargas dos caminhões serem lonadas.

O local afetado pelos impactos supramencionados situa-se em parte, dentro dos limites da área minerada, em um raio de aproximadamente 100 m em torno da lavra, onde se fez sentir todos os efeitos decorrentes da implantação e operação do empreendimento, desprovidos de qualquer relevância sobre pessoas ou meio ambiente.

A área de influência indireta é limitada em função do alcance visual da lavra, rodovia SE-255, enquanto que as propriedades próximas dos limites da jazida sofreram pequenos efeitos do ruído distante e vibração no solo, provocados pelo movimento das máquinas em operação. O impacto sobre o meio físico foi restrito à desconfiguração da paisagem original.

A localidade Povoado Aldeia se beneficiou das ações positivas do empreendimento, como o consumo de matéria prima, a geração de emprego, renda e a ampliação da arrecadação de impostos.

5.4 Impactos Ambientais a Longo Prazo

O Diagrama de Interação (Figura 23) demonstra os possíveis problemas, a longo prazo, relacionados aos aspectos e ações resultantes da lavra de areia na Jazida Boa Esperança.

As informações e deduções que integram o Diagrama de Interação estão respaldadas pelos trabalhos de campo realizados durante o Estágio Supervisionado Obrigatório na ADEMA, onde foi possível observar que, na maioria dos empreendimentos visitados, a lavra é conduzida sem acompanhamento técnico e desrespeitando normas técnicas básicas.

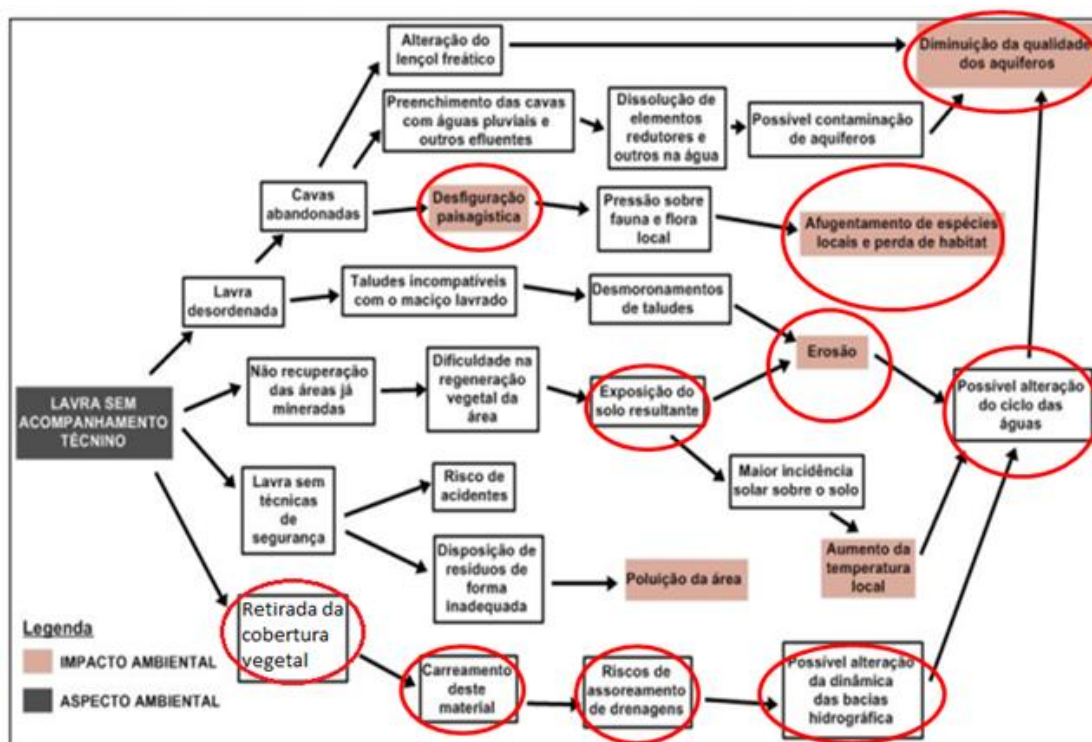


Figura 23 - Diagrama de Interação de impactos ambientais referente à lavra sem acompanhamento técnico. Fonte: Adaptado de BATISTA, 2016.

De acordo com o exposto na figura 23, considera-se que os impactos ambientais na Jazida Boa Esperança, previstos na atividade minerária, podem ser intensificados e evoluir para problemas ambientais de ordem regional. Um diagnóstico detalhado sobre essa questão só poderá ser feito por uma equipe multidisciplinar, composta de profissionais como geólogos, engenheiros e biólogos.

Vale ressaltar que as adversidades resultantes da atividade minerária podem ser evitadas ou mitigadas pelo próprio empreendedor, tendo em vista que uma das condicionantes elencadas nas licenças (anexo) emitidas pela ADEMA, para a atividade de extração de areia a céu aberto, condiciona que a lavra deverá ser conduzida por um técnico habilitado (engenheiro de minas ou geólogo). Assim, quando os fiscais da ADEMA identificam o descumprimento das condicionantes para a obtenção da licença, um processo administrativo é instaurado em nome do responsável, podendo este sofrer as sanções previstas na lei vigente (pagamento de multa e recuperação da área impactada).

5.5 Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Os diversos impactos socioambientais analisados neste trabalho podem ser minimizados através da adoção de algumas medidas de controle. Entretanto, não há medidas mitigadoras possíveis para alguns tipos de efeitos ou impactos, como por exemplo, a alteração da topografia e a alteração da rede de drenagem. Por outro lado, algumas medidas se aplicam a alguns efeitos e impactos, como é o caso da revegetação.

A implantação de medidas de atenuação do efeito da geração de material particulado é imprescindível, pois os impactos gerados afetam diretamente a saúde do trabalhador, que é exposto continuamente a uma condição inadequada de trabalho. A medida para atenuação deste impacto é a umectação dos acessos da jazida (rampas de transporte e praças de trabalho) e mina (praça de descarga dos caminhões e manobras), principalmente nos dias quentes e secos, quando a evaporação é muito rápida.

Os resíduos sólidos, constituídos do estéril do desmatamento e do decapeamento, devem ser destinados à áreas do bota-fora e dentro das normas técnicas de construção dos depósitos de estéril, especificadamente, as normas da ABNT.

O restante dos resíduos sólidos, constituídos basicamente de lixo industrial e doméstico, devem ser dispostos em um aterro autorizado, após devidamente coletado. O aterro para compensação de cota topográfica é feito com material de empréstimo, preferencialmente das áreas de onde foi retirado o material e após a disposição dos resíduos no fundo, estes devem ser cobertos imediatamente com material, segundo pareceres dos órgãos ambientais e da NR-25 (Resíduos Industriais) do Ministério do Trabalho.

As praças de lavra e áreas do bota-fora são muito passíveis de apresentar focos de erosão e deve haver sempre, um plano de ação que vise eliminá-los, através de sistemas de

drenagem dos taludes e bermas, com canaletas de drenagem margeante a área de lavra, nas bordas e cristas dos taludes de aterro das ravinas e plantação de gramíneas, evitando assim, o início do processo erosivo e carreamento de minério e vegetação.

A preservação da integridade física e da saúde dos trabalhadores, com a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, visando eliminar ou neutralizar as possibilidades dos acidentes de trabalho, deve receber atenção durante toda vida útil do empreendimento.

Quanto à segurança do trabalho, as determinações da NR-22 (Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração) e a NRM-01 (Normas Gerais) e NRM-02 (Lavra Céu Aberto) devem ser elaboradas e implementadas, conforme determina a legislação vigente do Ministério do Trabalho e Emprego e da ANM. A empresa deverá ser responsável pelo fornecimento de equipamentos adequados e pela fixação de normas de segurança e saúde dos mineiros, além da realização de campanhas de conscientização e esclarecimentos, planejadas por profissionais legalmente habilitados.

As vias internas, praças da jazida e instalações em geral, locais mais favoráveis a ocorrência de acidentes, devem ser sinalizadas conforme a NR-22 e 26, do Ministério do Trabalho e Emprego, e estar sob manutenção constante, visando tornar mais seguros os trabalhadores nessas áreas de operação.

Algumas áreas devem ser revegetadas durante a fase de operação da mineração, como taludes do bota-fora e taludes da cava de exaustão da jazida de areia. Essas medidas têm a função de atenuar os impactos.

O solo fértil e a tênue cobertura vegetal, que recobre a área, poderão ser deslocados, e posteriormente, remanejados para cobertura de áreas carentes de matéria orgânica, na mesma localidade.

O entorno da área, quando exaurida, deverá ser revegetada com espécies nativas, em dependência da estrutura morfológica das margens e das modificações do nível d'água. Esta alternativa é vantajosa sob o ponto de vista ambiental. No futuro, a área poderá eventualmente servir com área de pastagem, frutífera ou tanque de captação de água, considerando que a região é assolada periodicamente por períodos de secas prolongados.

A estabilidade dos taludes é uma medida de engenharia, que visa garantir a estabilidade mecânica das áreas a serem recuperadas, assim, devem apresentar boa estabilidade. Como a inclinação prevista é de 30° a 60° na face, resulta numa inclinação média de 45° final, conforme o ângulo natural de repouso do material.

A ocorrência de erosão provoca não só escorregamentos localizados, devido ao escoamento de águas pluviais, como também, o carreamento de material, que pode

comprometer a estabilidade. Portanto, é importante a implantação do sistema de drenagem, através de canaletas e a revegetação dos taludes.

Vale ressaltar a importância de um sistema de drenagem adequado, pois a sua ausência deste pode comprometer a estabilidade dos taludes finais. A implantação de um sistema de drenagem é necessária, sendo composto basicamente de canaletas que contornem toda a área de lavra, para captação de água pluviais, evitando o início de processos erosivos e consequente carreamento de mineral.

Toda água captada pelo sistema de drenagem deve ser escoada no sentido do *run off* natural de escoamento das águas, com pequena inclinação no sentido dos corpos hídricos locais, que é bastante eficiente, ao passo que um sistema eficiente de drenagem deverá também ser instalado para áreas do bota-fora.

CAPÍTULO 6

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de extração de areia na Jazida Boa Esperança causou alguns impactos socioambientais negativos diretos e de grande relevância ao meio ambiente. Apesar disso, após a verificação das medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas pela ADEMA para a operação (anexo), o empreendimento foi implantado na área vistoriada, por se tratar de área já extraída e anteriormente licenciada, e não se tratando de área protegida por lei, que pudesse ser impactada. Entretanto, um Auto de Infração foi lavrado, devido à empresa extrair areia fora do polígono licenciado (19,03 ha.). A empresa descumpriu a condicionante nº 20, por não apresentar previamente à ADEMA a ampliação da área de atividade da empresa.

Para que a mineração de areia, que abastece a construção civil, seja executada de forma mais sustentável, de acordo com as normas vigentes, se faz necessária a implantação de novas políticas educativas e socioambientais, com parcerias entre o poder público, empreendedores e a população. Outrossim, o aumento na fiscalização das áreas de mineração por parte dos governos e a conscientização dos empreendedores, que na maioria das vezes são pequenos empresários conhecedores da obrigatoriedade de contratar profissionais habilitados, mas que não fazem por falta de recursos financeiros ou simplesmente para aumentar os lucros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso. NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 2004.

ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente (Sergipe), 2016. **Dados sobre os empreendimentos licenciados para minerar areia no município de São Cristóvão.**

ALMEIDA, A. S. Métodos de mineração. In: TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). **Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. P. 61-85. (Publicações IPT, 2850).

BEZERRA, F. H. R.; AMARO, V. E.; VITAFINZI, C.; SAADI, A. **Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil.** Journal of South American Earth Science. v14: 61-75, 2001

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Arquivos UR. ICT, n. 2, p. 1-14, 1964

BRAGA, Ricardo Augusto Pessoa. **Avaliação de impactos ambientais: uma abordagem sistêmica.** Terra Livre, n. 3, 2015.

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa, MG: UFV/DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 131-134.

BRASIL (1967). Decreto-lei 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Código de Mineração.** Brasília.

BRASIL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Brasília: Senado Federal. Centro Gráfico, 1988

BRASIL (1996). **Lei nº 9314, de 14 de novembro de 1996.** Altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.

BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente.** Resolução nº 001, de 23/01/1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 de fevereiro de 1986.

CANTO, E. L. **Minerais, minérios, metais: de onde vêm? Pra onde vão?.** São Paulo: Moderna, 2001.

CHAVES, A. P. e WHITAKER, W (2012). **Operações de Beneficiamento de Areia,** Capítulo 11, nesta publicação.

CLIMATEMPO, 2016. **Climatologia dos municípios sergipano de São Cristóvão.** Disponível em: <http://www.climatempo.com.br>. Acesso em 10/06/2018.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. **Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>. Acesso em 10/01/2019.

Cruz S.C.P. & Alkmim F.F. 2006 The tectonic interaction between the Paramirim Aulacogen and the Araçuaí belt, São Francisco Craton Region, Eastern Brazil. *Anais Acad. Bras. Ciên.*, 78: 151-174.

CUSTÓDIO, Helita Barreira, **Legislação brasileira do estudo de impacto ambiental**. In: TAUKE, Sâmia Maria (org.) **Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar**. 2 ed., São Paulo: Ed. UNESP, 1995. p. 45-71.

EMBRAPA SOLOS. 1973. **Mapa Exploratório – Reconhecimento de solos do município de São Cristóvão, SE**. Disponível em: <http://uep.cnps.embrapa.br/solos/se/saocristovao.pdf>. Acesso em 01/02/2019.

FEIJÓ, F. J. **Bacias de Sergipe e Alagoas**. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p 149-16, jan./mar. 1994.

FONSECA JUNIOR, Carlos Alberto Felix. FERREIRA Gilson Ezequiel. **Mercado De Agregados No Brasil**. XX. Jornada de Iniciação Científica-CETEM. 2012.

FRAZÃO, E. B. **Tecnologia de rochas na construção civil**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia, 2002.

GONÇALVES, Sérgio Penha. **Gênese e formação da areia**. 2008. Disponível em . Acesso em: 16/01/2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. **Dados gerais do município sergipano de São Cristóvão**. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 18/01/2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Político dos Estados de Alagoas e Sergipe**, 2015.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 3-121, 1956.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sergio Estanislau do. *Geologia Geral*. São Paulo, 8ª ed. 1980.

Luis Enrique Sánchez (2006). **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Editora Oficina de textos.

MASTERPLAN. Consultoria de Projetos e Meio Ambiente. **Relatório de Impacto Ambiental das Áreas de Extração Mineral de Areia da Minerare**. Revisão 00. 2013.

OBATA, R. O.; SINTONI, A. O Papel dos Agentes Públicos e Legislação. In: **Mineração & Município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais** / Coord.: TANNO, L. C.; SINTONI A. – São Paulo: IPT, 2003. p.21-36.

PIACENTINI, M. R. B. **Mineração de Areia e Legislação Ambiental – O caso dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Caçapava (SP).**125p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2000.

PLANTENBERG, Clarita M. AB’SABER, Aziz Nacib. **Previsão de Impactos O Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul.** Experiências no Brasil, na Rússia e Alemanha. 2 ed. Universidade de São Paulo, 2002.

PRADO FILHO, J. F., **O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de Projetos e Empreendimentos Mineraiis como um Instrumento de Gestão Ambiental: Estudo de casos no Quadrilátero Ferrífero (MG).** (Tese de Doutorado), São Carlos: EESC/USP, 2001.

SÁNCHEZ, Luis Enrique, **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos, Luis Enrique Sánchez** – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. As etapas iniciais do processo de avaliação de impacto ambiental. In: GOLDENSTEIN, S. et al. **Avaliação de impacto ambiental.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1999.

SANTOS, D. N. **Extração de areia e dinâmica sedimentar no alto curso do rio Paraná na região de Porto Rico, PR.** Dissertação de mestrado, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP: 2008.

SERGIPE.SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA SEPLANTEC.SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS-SUPES. Informes Municipais: Aracaju, 2000. 75v.

SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais.** Viçosa, MG: CPT, 1999.64p. (Vídeo-curso, 199)

SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais.** Viçosa, MG: CPT, 1999. 64 p. 6 (Videocurso, 1999).

SPADOTTO, C.A. **Classificação de Impacto Ambiental.** Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/Acesso: 17/01/2019>

8 ANEXO



Estado de Sergipe
Administração Estadual do Meio Ambiente



LICENÇA AMBIENTAL



adema
ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

A Administração Estadual do Meio Ambiente - Adema, no uso das atribuições que lhe confere o art. 4º, inciso VIII, da Lei Estadual nº 5.057, de 7 de novembro de 2003, atendendo ao requerimento relativo ao Processo [REDACTED], outorga a presente

Licença de Operação Nº [REDACTED]

em favor de [REDACTED] CNPJ nº [REDACTED],
sediado na [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], SE, CEP
[REDACTED] PARA EXPLOTAÇÃO DE ARGILA EM ÁREA DE [REDACTED], LOCALIZADA NA [REDACTED]
[REDACTED], ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE [REDACTED], COM REQUERIMENTO
AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EMITIDO PELO DNPM PROCESSO Nº [REDACTED], COM
COORDENADAS UTM [REDACTED]

Considerações Gerais

01. Esta Licença de Operação foi emitida às [REDACTED] do dia [REDACTED], com validade por 3 anos, vencendo-se em [REDACTED].

02. O código de controle desta licença é < [REDACTED] > e a sua aceitação está condicionada à autenticidade a ser conferida na internet no endereço eletrônico <http://www.adema.se.gov.br>, e à não existência de rasura.

03. Esta licença não exclui nem substitui outras licenças, caso exigidas por força de legislação federal, estadual ou municipal.

04. O não cumprimento das obrigações e das condicionantes aqui estabelecidas implicará na adoção das penalidades previstas em lei.

05. Na hipótese do requerimento de renovação da presente licença não ser deferido até antes do final de sua vigência, ao empreendedor somente será garantido o direito à prorrogação automática da licença, caso o requerimento de renovação venha a ser feito em até 120 (cento e vinte) dias antes do seu término.

06. A Adema, mediante decisão motivada, a requerimento do empreendedor ou por ato de ofício, poderá modificar as condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar a presente licença, se ocorrer:

- a) Violação de normas ambientais;
- b) Inadequação de quaisquer condicionantes;
- c) Omissão ou falsa descrição de informação relevante que poderia subsidiar ou subsidiou a outorga da presente licença;
- d) Superveniência de grave risco ao meio ambiente e/ou à saúde pública;
- e) Superveniência de normas técnicas e legais sobre a matéria;
- f) Presença de zona aquífera e ecossistemas cavernícolas não detectados na prospecção do terreno.

Obrigações do empreendedor

01. Dentro do prazo de 30 (trinta) dias, a contar a partir desta data, o empreendedor deverá providenciar a publicação no Diário Oficial do Estado, o extrato deste instrumento de licença, conforme modelo disponibilizado, devendo encaminhar à Adema um exemplar do jornal contendo a publicação.







Licença: [REDACTED]

Código: [REDACTED]

Condicionantes

1. Esta Licença refere-se à operação de extração de argila em área de [REDACTED], localizada na [REDACTED] zona rural do município de [REDACTED], com requerimento de pesquisa emitido pelo DNPM processo nº. [REDACTED], conforme polígono contido na planta de detalhe, parte integrante do processo inicial.
2. O início de operação da lavra fica condicionado à apresentação a Adema pela empresa, no prazo máximo e improrrogável de 60 (sessenta) dias contados da data da emissão desta Licença de Operação, a Autorização de Registro de Licença emitida pelo DNPM.
3. O empreendedor deverá no prazo de 30 (trinta) dias, a contar a partir desta data, afixar placa alusiva à licença ambiental, em local visível, de preferência próximo do acesso ao empreendimento, nas dimensões mínimas de 2,0 m de largura por 1,50 m de altura, conforme modelo e instruções fornecidos pela Adema.
4. A empresa deverá apresentar anualmente a Adema o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental, seguindo os itens das condicionantes aqui apresentadas, a ser elaborado por Geólogo ou Engenheiro de Minas, acompanhado da ART – Anotação de Responsabilidade Técnica do técnico responsável pelo projeto.
5. A empresa deverá efetuar a inscrição do imóvel no Cadastro Ambiental Rural - CAR no prazo estabelecido no Artigo 29, § 3º da Lei Federal nº 12.651/12.
6. A empresa deverá apresentar juntamente com o pedido de renovação desta Licença o comprovante de inscrição do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural – CAR, conforme Artigo 29 da Lei Federal nº. 12.651/12 e o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental.
7. A lavra deverá ser conduzida por segmentos, devendo executar os taludes sempre que possível, com conformação parabólica, declividades de acordo com a natureza dos terrenos (<45º) e altura máxima de 3,0m. A(s) praça(s) de mineração deverá estar sempre nivelada, mantendo sempre o afastamento do corte e relação à altura do barranco na proporção 2:1.
8. A execução da lavra deverá ser realizada por segmentos e proceder à recuperação ambiental a cada segmento de lavra encerrada, orientada por Geólogo ou Engenheiro de Minas.
9. A empresa deverá respeitar todos os limites impostos pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral em relação às encostas, assim como colocar marcos nos vértices da poligonal da área, com os respectivos números.
10. O minério deverá ser transportado por caminhões equipados com caçambas cobertas por lonas, com exceção do tráfego realizado na área de lavra, e a capacidade do eixo do caminhão deverá ser compatível com o suporte do leito da estrada.
11. Remover a cobertura vegetal gradativa e limitada à área da lavra e o top soil retirado deverá ser armazenado em pilhas de no máximo 1,00 m de altura, em bota-fora projetado.
12. Monitorar a área de lavra para evitar a formação de processos erosivos e implantar o sistema de drenagem simultaneamente com o desenvolvimento da lavra, esse monitoramento deverá ser efetuado por Geólogo ou Engenheiro de Minas.
13. Após o encerramento da lavra a empresa deverá apresentar Relatório de Conclusão das atividades com as medidas de recuperação aplicadas, a ser elaborado por Geólogo ou Engenheiro de Minas, acompanhado da ART - Anotação de Responsabilidade Técnica do técnico responsável pelo projeto.
14. Manter as áreas de preservação permanente, conforme estabelece a Lei Federal nº 12.651/12, respeitando rigorosamente o fluxo natural dos corpos d'água.
15. Manter o sistema de sinalização com placas de advertência em pontos estratégicos na área de lavra e suas adjacências, para alertar quanto ao tráfego de veículos pesados, além de manter o polígono sempre cercado, de maneira a evitar a entrada de animais e pessoas.



Licença: 
Código: 

Condicionantes

16. A emissão de ruído proveniente da atividade deverá obedecer aos limites estabelecidos nas NBRs nº 10.151 e nº 10.152 da ABNT, referenciadas pela Resolução Conama nº 01/90.
17. Evitar o abastecimento e lubrificação das máquinas e equipamentos no local da extração, além de dispor adequadamente os resíduos sólidos gerados, não sendo permitida incineração, queima ao ar livre e disposição a céu aberto.
18. Exigir o uso obrigatório de Equipamento de Proteção Individual – EPI's nas atividades da lavra.
19. Umedecer por aspersão o acesso e áreas de tráfego da lavra, de forma a conter a dispersão de particulados finos.
20. Qualquer alteração e/ou ampliação na área e/ou atividades da empresa, deverá ser previamente apresentada a Adema para a respectiva avaliação.

